COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 OCTOBRE 1892.

PRÉSIDÉE PAR M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Nouvelles recherches sur la fixation de l'azote atmosphérique par les microbes;* par M. **Berthelot.**

« J'ai établi la fixation de l'azote atmosphérique par les microbes contenus dans la terre végétale, et cette vérité, acceptée aujourd'hui après de longues discussions, a renversé les anciennes théories relatives à l'impuissance prétendue de l'azote atmosphérique libre à intervenir directement dans la nutrition des êtres vivants. Mais les mécanismes suivant lesquels cette fixation s'accomplit demeurent encore obscurs : c'est pour essayer de les éclaircir que j'ai entrepris les expériences nouvelles qui vont être exposées.

» La fixation de l'azote a lieu par l'intermédiaire de certains microbes, de l'ordre des plantes inférieures contenues au sein de la terre végétale; elle s'accomplit sur les principes organiques que l'analyse constate dans le sol.

» Ces faits sont établis; mais l'on n'a pas décidé jusqu'ici si les principes enrichis en azote constituent les composants permanents des tissus des microbes ou bien s'ils ne font que traverser ces tissus, de façon à en sortir modifiés dans leur composition, comme on l'admet aujourd'hui pour la fixation de l'oxygène par les mycodermes de la fermentation acétique. On peut aussi se demander si les microbes du sol n'ont pas besoin pour fixer l'azote du concours des plantes vertes, conformément à la théorie de la symbiose, développée par MM. Hellriegel et Willfarth dans leurs recherches sur les Légumineuses, les tissus entrelacés du microbe et de la plante verte vivant d'une vie commune; ou bien le microbe provenant de la terre et vivant pour son propre compte, trouverait-il simplement au sein de la Légumineuse, à la façon d'un parasite, des conditions et un milieu favorables, grâce auxquels il fixerait l'azote sur ses tissus spéciaux, en engendrant des principes azotés, utilisables ultérieurement et d'une façon indépendante, pour la nutrition de la Légumineuse qui lui sert de support momentané.

» Ces problèmes sont trop intéressants et trop complexes pour être décidés d'un seul coup; mais j'ai pensé que l'on pourrait apporter quelque lumière à la solution en fournissant aux microbes des aliments plus simples et mieux connus que l'ensemble indéfini des matériaux de la terre végétale. Je me suis adressé aux acides humiques, qui en forment une très petite fraction, tout en constituant la partie essentielle des principes hydrocarbonés du sol.

» D'une part, j'ai opéré sur un acide humique naturel, retiré d'un sol pris dans ces terrains de la station de Chimie végétale de Meudon qui possèdent la propriété de fixer l'azote; et, d'autre part, sur l'acide humique artificiel, préparé au moyen du sucre. L'acide humique naturel contenait 3,61 centièmes d'azote, d'après deux dosages très concordants ([1]); tandis

---

([1]) J'ai extrait cet acide humique en traitant la terre par la potasse étendue, filtrant, précipitant la solution brune par la potasse étendue, et soumettant le produit insoluble à des lavages prolongés; on le sèche à une douce chaleur; puis on le laisse quelque temps au contact de l'air.

La composition du produit était la suivante :

que l'acide humique artificiel était exempt d'azote ([1]), ou plus exactement contenait sur 1^{gr} de matière un cinquième de milligramme de cet élément, d'après des analyses très précises.

» J'ai pris 5^{gr} (soit $4^{gr},725$ séchés à 110°) d'acide humique naturel; je les ai introduits dans un flacon de 6^{lit}, rempli d'air; j'ai versé dessus 5^{cc} d'eau distillée, puis 2^{cc} d'eau, contenant en suspension des végétaux inférieurs verdâtres, développés au fond d'un flacon contenant de l'eau ordinaire et exposé à un faible éclairage. La quantité de matière organique ainsi introduite est presque impondérable; mais le liquide renferme les semences d'êtres vivants multiples, parmi lesquels certains sont capables d'assimiler l'azote. Ce ne sont pas d'ailleurs toujours des plantes vertes qui se développent corrélativement, ainsi qu'il va être dit, la spécification des microbes fixateurs d'azote demeurant à préciser.

» J'avais signalé, dès le début de mes recherches, l'apparition de végétations vertes dans mes flacons, mais sans en tirer de conclusions, ayant observé que la fixation de l'azote avait lieu pareillement, en l'absence de plantes vertes et en présence seulement de végétaux microscopiques inco-

C	50,4
H	4,8
O	32,6
Az	3,6
Cendres	3,1
Eau volatile à 110°	5,5
	100,0

Cette composition répond sensiblement à celle d'un corps amidé, résultant de l'union de l'ammoniaque avec un hydrate de carbone moitié moins oxygéné que les glucoses.

La composition des cendres ci-dessus a été trouvée, par dosages directs :

Silice	0,42
P^2O^5	0,25
Chaux	0,04
Potasse	0,90
Oxyde de fer	0,48
Alumine	0,90
	2,99

([1]) Et de cendres.

lores. MM. Franck, de Berlin, et Schlœsing fils nous ont apporté à cet égard de nouvelles lumières. Mais la question demeure ouverte et toute conclusion absolue à cet égard me semble, à l'heure actuelle, prématurée. Je poursuis d'ailleurs l'étude spécifique des microbes fixateurs d'azote, bactéries et végétaux microscopiques, en même temps que celle des aliments qui leur sont favorables.

» Mais revenons à l'exposition de mes nouvelles expériences sur ce dernier point. Après introduction des matériaux, le flacon a été fermé avec un bouchon à l'émeri, enduit d'une trace de vaseline, de façon à assurer une clôture hermétique.

» Un second flacon a été disposé de la même manière avec l'acide humique naturel, avec cette seule différence qu'on y a introduit 100^{cc} d'eau distillée.

» Dans un troisième flacon, on a mis 5^{gr} d'acide humique artificiel, 15^{cc} d'eau distillée et 2^{cc} du liquide d'ensemencement.

» Enfin, dans un quatrième flacon, on a mis 5^{gr} d'acide humique artificiel, 100^{cc} d'eau distillée et 2^{cc} du liquide d'ensemencement.

» Les quatre flacons ont été placés sur une planche et exposés à la lumière diffuse, de façon à ne jamais recevoir l'éclairage direct des rayons solaires.

» Dans ces conditions, on opère sur un volume d'air limité et invariable, et l'on évite toute introduction de matières étrangères, contenues dans une atmosphère illimitée. La fixation de l'azote peut être constatée dès lors par la méthode la plus directe et la plus certaine, à savoir son dosage dans les principes organiques renfermés au sein du vase.

» Les expériences ont duré du 30 juin au 22 octobre 1892, c'est-à-dire près de quatre mois, à la température ambiante.

» Voici les résultats obtenus.

» Dans les quatre flacons, il s'était développé des végétaux microscopiques blanchâtres, d'espèces multiples; il s'était formé en même temps une proportion notable d'acide carbonique, due à l'action de l'oxygène sur l'acide humique, action exercée en partie par une influence purement inorganique, ainsi que je l'ai établi précédemment, en partie aussi sans doute sous une influence microbienne. Cette formation d'acide carbonique mérite attention; car tel est probablement l'intermédiaire par lequel le carbone passe de l'acide humique aux végétaux développés dans le flacon.

» I. Le poids de matière retrouvée dans le premier flacon s'élevait à $4^{gr},681$ (séché à 110°), au lieu de $4^{gr},725$ initial; la différence était due

aux pertes d'acide carbonique et d'eau, compensées en partie par des fixations d'oxygène, et aussi à la difficulté de récolter entièrement la matière mise dans les flacons. Les gains obtenus sont donc évalués trop bas.

On a retrouvé un poids d'azote final combiné égal à...	$0^{gr},1909$
L'acide humique primitif en renfermait	$0^{gr},1805$
Gain.....................................	$0^{gr},0104$; soit 6 centièmes

» II. Poids de matière retrouvée : $4^{gr},618$, au lieu de $4^{gr},725$ initial.

Poids d'azote combiné final	$0^{gr},1961$
Poids combiné initial	$0^{gr},1805$
Gain...........................	$0^{gr},0156$; soit 9 centièmes

» Il y a donc eu gain d'azote dans les deux cas, la matière humique ayant servi d'aliment aux microbes.

» En traitant une portion de la matière finale par l'eau, on a vérifié que l'extrait aqueux ne contenait pas trace de nitrate, mais seulement une dose d'azote ammoniacal (ou de corps azoté susceptible d'en former aisément) égale à $0^{mgr},12$.

» III. Ces expériences avaient été précédées par une autre, exécutée depuis l'automne de 1891 jusqu'au mois de juin 1892, sur 5^{gr} du même acide humique naturel, mouillé et abandonné dans un grand flacon, que l'on avait fait traverser à plusieurs reprises par un courant d'air non purifié et contenant les poussières provenant du sol ambiant. Il s'y était développé spontanément des moisissures et végétations diverses, les unes vertes, les autres blanchâtres. Par l'analyse, on a retrouvé :

Matière totale......................	$4^{gr},867$	
Azote final.........................	0,2350	
Azote initial........................	0,1805	
Gain..............	0,0545	ou 30,3 p. 100.

» Ce gain est plus considérable que les précédents, soit en raison de la durée plus longue de l'expérience, soit à cause de la nature plus active des espèces microbiennes multiples qui ont déterminé la fixation de l'azote.

» Venons maintenant aux expériences exécutées avec l'acide humique artificiel, composé sensiblement exempt d'azote.

» IV. Dans l'expérience exécutée en présence de 15gr d'eau pure et de 5gr d'acide humique, on a retrouvé :

Matière totale retrouvée..............	gr 4,9735
Azote final..........................	0,0036
Azote initial........................	0,0010
Gain............	0,0026

» V. En présence de 100gr d'eau pure

Matière totale retrouvée..............	4gr,940
Azote final..........................	0,0034
Azote initial........................	0,0010
Gain..........................	0,0024

» Dans les deux cas il y a eu fixation d'azote; fixation faible d'ailleurs, sans doute parce que l'acide humique exempt d'azote et de cendres est un aliment insuffisant pour les microbes.

» J'ajouterai que le dosage de l'azote initial dans l'acide humique artificiel indiqué ci-dessus a été répété en octobre 1892 et a fourni sur 5gr : 0gr,0010 d'azote. Ce dosage avait été exécuté une première fois en décembre 1891, sur le même échantillon, ce qui avait fourni, sur 5gr : 0gr,00065, résultat qui ne diffère pas du précédent, dans les limites d'erreur. On avait analysé en même temps le même acide humique, oxydé et jauni avec perte d'acide carbonique, en vase clos, sous l'influence de l'air et de la lumière, lequel avait donné, pour 5gr : 0gr,0010 d'azote. Le même acide enfin, ayant subi en vase clos les influences simultanées de l'air, de la lumière et de l'eau, a donné, pour 5gr de matière : 0gr,0009 d'azote.

» Ces nombres, en même temps qu'ils contrôlent la précision des méthodes employées, montrent qu'il n'y a pas fixation d'azote par le seul fait d'une oxydation purement chimique de l'acide humique, accomplie sous les influences simultanées de l'air et de la lumière : ce qui fait ressortir l'intervention des microbes dans les résultats constatés plus haut.

» Ces résultats permettent dès lors de pousser plus loin l'analyse des phénomènes qui président à la fixation de l'azote, en remplaçant la terre végétale, prise dans son ensemble, par l'un des principes organiques qui y sont contenus, lequel joue vis-à-vis des microbes le rôle de support et d'aliment. »

OPTIQUE. — *Photographies colorées du spectre, sur albumine et sur gélatine bichromatées.* Note de M. G. Lippmann.

« On sait qu'une couche sèche d'albumine ou de gélatine bichromatée est modifiée par la lumière : la matière organique devient moins hygrométrique. La plupart des procédés d'impression photomécanique employés dans l'industrie sont fondés sur cette action de la lumière.

» Une couche d'albumine (ou de gélatine) bichromatée, coulée et séchée sur verre, est exposée à la chambre noire, adossée à un miroir de mercure. Il suffit ensuite de la mettre dans de l'eau pour voir apparaître les couleurs; ce lavage à l'eau pure, en enlevant le bichromate, fixe l'épreuve en même temps qu'il la développe. L'image disparaît quand on sèche la plaque, pour reparaître chaque fois qu'on la mouille de nouveau.

» Les couleurs sont très brillantes; on les voit sous toutes les incidences, c'est-à-dire en dehors de l'incidence de la réflexion régulière. En regardant la plaque par transparence, on voit nettement les complémentaires des couleurs vues par réflexion.

» La gélatine bichromatée se comporte de même, sauf que les couleurs apparaissent à leur place, non quand la plaque est mouillée en plein, mais quand on la rend légèrement humide en soufflant à sa surface.

» La théorie de l'expérience est facile à faire. Comme dans le cas des couches sensibles contenant un sel d'argent, le miroir de mercure donne lieu, pendant la pose, à une série de maxima et de minima d'interférence. Les maxima seuls impressionnent la couche, qui prend, par suite, une structure lamellaire et se divise en couches alternativement gonflables et non gonflables par l'eau. Tant que la plaque est sèche, on n'aperçoit pas d'image. Mais dès que l'eau intervient, les parties de la couche non impressionnées s'en imbibent; l'indice de réfraction varie dès lors périodiquement, dans l'épaisseur de la couche, de même que le pouvoir réflecteur, et l'image colorée devient visible [1]. »

---

[1] Lorsque l'on emploie l'albumine, il faut étendre une couche de ce liquide sur verre, la faire sécher et, de plus, la coaguler par du bichlorure de mercure avant de la plonger dans le bichromate de potasse. Sans cette précaution, l'albumine non impressionnée se dissoudrait lors du lavage à l'eau pure. On peut passer au bichlorure de mercure soit avant, soit après que la plaque a reçu l'impression lumineuse.

ÉCONOMIE RURALE. — *Les canaux d'irrigation du Rhône.* Note de M. **Chambrelent.**

« Dans une Communication que nous a faite notre honorable Confrère M. Chatin, dans la séance du 12 septembre, il nous a dit que dans le sud-est, la sécheresse avait été si excessive que beaucoup de prairies n'avaient pas même été fauchées et que des cultivateurs, n'ayant plus de quoi nourrir leur bétail, étaient obligés de le vendre à vil prix. C'est un mal qui s'est produit dans toute la France, là où les prairies n'étaient pas arrosées.

» Cette disette des terrains non arrosés, et la belle production de ceux qui jouissent de canaux d'irrigation, ont ravivé encore plus les si justes impatiences des populations qui attendent depuis si longtemps les canaux du Rhône, dont la déclaration d'utilité publique a été prononcée depuis 1879.

» Dans la séance du Parlement du 12 juillet dernier, l'un des représentants des départements à arroser a demandé à M. le Ministre de l'Agriculture, en son nom et au nom de plusieurs de ses collègues, quelle suite le gouvernement entendait donner aux canaux dérivés du Rhône. Le Ministre a répondu que, en présence des réclamations qui s'élèvent de toutes parts, il déposerait à la rentrée des Chambres un projet de construction de ces canaux.

» Depuis, et tout récemment encore, la Société d'agriculture de Vaucluse, l'une de celles qui s'occupent avec le plus de zèle et d'intelligence des intérêts agricoles de leur département, vient de faire remarquer qu'il ne peut plus y avoir d'exploitation agricole dans le pays sans les canaux d'irrigation, et elle proteste avec énergie contre les retards mis à l'exécution de ces travaux déclarés d'utilité publique depuis plus de douze ans.

» J'ai eu beaucoup à m'occuper, en 1879, lors de cette déclaration d'utilité publique, de ces canaux du Rhône, en vertu d'une mission spéciale qui m'avait été donnée par le Ministre des Travaux publics, à cette époque M. de Freycinet. J'ai pu apprécier par moi-même les immenses avantages que ces canaux devaient donner à des départements frappés par les plus cruels désastres.

» Nous avons pu aussi établir, et c'est là un point sur lequel je ne saurais trop insister, combien il était possible alors de construire ces canaux d'irrigation dans les conditions les plus rationnelles au double point de

vue technique et financier, en dehors de toutes compagnies concessionnaires à substituer à l'État. Je demande à l'Académie de lui exposer sommairement ces dispositions si rationnelles et les bienfaits qui doivent en résulter.

» Il y a déjà un certain nombre d'années, plusieurs des plus beaux départements du sud-est de la France étaient successivement frappés par trois fléaux qui détruisaient tous leurs produits.

» D'abord la maladie des vers à soie faisait disparaître leur grande industrie séricicole. Ils perdaient ensuite les produits de la culture de la garance, par suite de la création de teintures artificielles qui remplaçaient l'emploi de la garance. Enfin, le plus grand fléau de tous, le Phylloxera, venait les frapper comme un coup de foudre et anéantissait tous leurs vignobles. Le mal fut d'autant plus grand, que c'est dans ces terrains que le fléau éclata pour la première fois. Tout était détruit avant qu'on eût trouvé les moyens d'arrêter ou du moins de combattre le mal.

» Le désastre était tel que c'était, comme nous le disions alors, un devoir national de venir au secours de populations si durement frappées. Le trésor de l'État était lui même intéressé à ne pas laisser perdre ces sources de richesse enlevées au pays.

» Le remède se trouvait d'ailleurs tout indiqué et au milieu même du pays à sauver, c'était le fleuve qui coulait à travers la contrée.

» Là où l'on pouvait porter les eaux, la production du sol pouvait être décuplée, ainsi que nous l'avons dit dans notre Mémoire de 1888 *Sur les irrigations faites en France de* 1860 *à* 1880.

» Dans l'un des départements atteints, le Vaucluse, les eaux de la fontaine qui porte ce nom sont employées depuis longtemps à arroser les terrains où l'on pouvait les porter, et les bienfaits obtenus sont tels, qu'on les évalue à une augmentation de produits de 8 à 9 millions par année. Dans son Traité si remarquable d'Économie rurale, Léonce de Lavergne, en signalant ces bienfaits au point de vue agricole, les déclare si grands qu'ils auraient suffi, dit-il, à rendre la fontaine célèbre à défaut de la poésie. Les agriculteurs du pays ont du reste, à leur tour, poétisé la fontaine à leur point de vue; ils l'appellent *la corne d'abondance de la contrée*.

» Toutes les voix réclamaient donc les canaux du Rhône dans le pays et l'on peut dire dans la France entière.

» Un premier grand projet avait été dressé pour la construction de ces canaux et une Compagnie de financiers en poursuivait la concession; mais la disposition technique de ce projet avait donné lieu à de vives réclamations.

» Voici d'ailleurs quelles étaient les dispositions de ce premier projet :

» On prenait au Rhône, sur la rive gauche du fleuve, aux roches de Coudrieu, en amont de l'embouchure de l'Isère, une masse d'eau de 35^{mc}.

» L'Isère apporte au Rhône, à l'étiage, un volume d'eau de 100^{mc}. En aval de cet affluent, la rivière a reçu assez d'eau pour que sa navigation n'ait pas à souffrir d'une prise de 35^{mc}; mais, en amont, le fleuve, privé de ces 100^{mc} supplémentaires, pourrait voir son débit, réduit de 35^{mc}, se trouver insuffisant pour la navigation.

» En second lieu, sur les 35^{mc} pris à Coudrieu, un volume de 12^{mc} seulement, était utilisé sur la rive gauche; les 23^{mc} restants, après avoir parcouru une distance de 175^{km} sans être utilisés, devaient être portés sur la rive droite au moyen d'un siphon de 70^{m} de hauteur et 2250^{m} de longueur, passant sur le Rhône et remontant sur la rive droite.

» Ces trois départements étaient effrayés de voir leurs irrigations subordonnées à un ouvrage gigantesque, du succès duquel doutaient les ingénieurs les plus expérimentés.

» En admettant même qu'un tel travail pût être mené à bonne fin, il fallait un temps plus ou moins long pour l'exécuter, et aucun des propriétaires de la rive droite ne pouvait espérer recevoir une goutte d'eau avant son achèvement et on peut dire son parfait fonctionnement. Que d'aléas présentait d'ailleurs le simple entretien d'un tel travail !

» Néanmoins, malgré ces critiques, le Ministre crut devoir faire déclarer le canal d'utilité publique, mais en faisant bien remarquer que le premier projet présenté devait être considéré comme un simple avant-projet, dont les dispositions techniques pourraient être modifiées par un projet définitif.

» Et, en effet, le lendemain même de la loi déclarative d'utilité publique, le Ministre constituait un service spécial, composé des six ingénieurs en chef connaissant le mieux le pays, avec mission « de reviser le premier » projet et de rechercher si l'irrigation des mêmes terrains ne pourrait » pas être réalisée à des conditions plus économiques et moins inquié» tantes pour la navigation du fleuve ». Le Ministre me chargeait, en même temps, de ce qu'il appelait la haute direction de ce service, en me recommandant de porter, à la rédaction des projets à étudier, toute la rapidité possible.

» Nous remîmes nous-même peu de temps après, en 1880, à M. Carnot, qui venait de succéder comme Ministre des Travaux publics à M. de Freycinet, un nouveau projet qui répondait à toutes les objections faites.

» Voici en quoi consiste ce projet.

» On prend directement dans l'Isère le volume de 12^{mc}, nécessaire aux

irrigations de la rive gauche, et on les porte sur les mêmes terrains que les 12^{mc} du premier projet.

» On prend sur la rive droite, à Cornas, en aval de l'Isère, les 23^{mc} destinés à la rive droite et on les porte sur le même périmètre que les 23^{mc} que le premier projet fait passer par le siphon de Mornas.

» On a ainsi absolument les mêmes résultats, puisque l'on arrose exactement les mêmes périmètres; on ne prend de l'eau au Rhône que là où il est grossi d'un affluent de 100^{mc}, qui rend sans effet pour sa navigation la prise de 35^{mc} précédemment faite en amont.

» La dépense était, en outre, réduite de 18 millions.

» Le Ministre soumit de suite tout le travail du service spécial à la Commission permanente des eaux, composée des inspecteurs généraux des Finances et des Ponts et Chaussées les plus compétents. La Commission s'occupa d'urgence de l'examen des projets qui lui étaient soumis et, après avoir constaté les avantages que le nouveau projet présentait, elle conclut ainsi.

» Ces avantages nous paraissent décisifs et la Commission sans hésitation propose l'adoption du double projet qui répond aux conditions posées dans la loi du 20 décembre 1879.

» La Commission, signalant, en même temps, les nombreux mécomptes financiers survenus dans des Compagnies concessionnaires qui avaient entrepris précédemment des canaux d'irrigation, constatant les résultats avantageux qu'avait obtenus au contraire l'État en construisant lui-même ces canaux, notamment pour ceux dérivés du canal du Midi, la Commission, dis-je, fit remarquer combien il serait plus sûr pour les travaux que l'État se chargeât de la construction des canaux principaux.

» L'avis de la Commission permanente fut soumis au Conseil général des Ponts et Chaussées, dans une réunion plénière du 24 janvier 1881, que vint présider le Ministre lui-même, et à laquelle assistait le Directeur de la Navigation et du Service hydraulique, M. Rousseau, qui portait le même intérêt éclairé aux deux services dont il était chargé.

» Le Conseil général, après une longue délibération, adopta à l'unanimité le projet du service spécial et les propositions pour l'exécution des canaux principaux par l'État, et émit l'avis qu'il fût présenté le plus tôt possible un projet de loi sur ces bases, pour procéder en cette année même de 1881 à l'exécution des travaux.

» Et en effet, aussitôt après cet avis, M. le Ministre des Travaux publics et M. le Ministre des Finances présentèrent, à la date du 7 avril 1881, sur les

bases indiquées, un projet de loi qui permettait de procéder de suite, dans le courant de l'année, à l'exécution des travaux dans les meilleures conditions de solidité et d'économie, et aurait certainement assuré l'achèvement du canal à l'heure qu'il est s'il y avait été donné suite.

» Dans l'exposé des motifs à l'appui du projet de loi, le Ministre, l'honorable M. Carnot, faisait remarquer que, lorsque toute l'eau serait placée, l'État pourrait retirer un intérêt de plus de 4 pour 100 de sa dépense.

» Mais, ajoutait le Ministre, « en dehors de cet avantage direct qui peut paraître bien éloigné et jusqu'à un certain point douteux, si l'on envisage l'accroissement de la richesse publique qui sera le résultat certain de l'opération, le soulagement qu'elle portera aux souffrances de l'agriculture dans une région cruellement éprouvée depuis quelques années, les produits indirects de toute nature qu'elle procurera au Trésor, on reconnaîtra qu'elle présente un tel caractère d'utilité et même d'urgence que l'État ne doit pas hésiter à la prendre en main ».

» M. le Ministre des Finances, consulté, disait en terminant le Ministre des Travaux publics, a donné son adhésion au projet.

» Le projet fut d'ailleurs soumis, aussitôt la présentation, à une enquête spéciale dans chacun des départements intéressés. Tous donnèrent leur adhésion aux dispositions proposées.

» Dans le département de Vaucluse, la Commission d'enquête avait pour président M. Paul de Gasparin, un de nos Correspondants et le fils du grand agriculteur que l'Académie s'honore d'avoir compté dans son sein, et pour secrétaire M. le commandant Ducoz, président de la Société d'irrigation de Vaucluse, l'un des hommes les plus expérimentés et les plus pratiques dans les questions d'irrigation.

» La Commission parcourut les lieux elle-même; elle examina tous les projets, interrogea les propriétaires et émit l'avis suivant :

» La Commission

» Émet un avis formel en faveur du projet de loi présenté le 7 avril 1881.

» Adresse au Gouvernement de profonds remerciments pour son empressement et sa sollicitude à préparer dans d'excellentes conditions la réalisation d'une œuvre dont le résultat est impatiemment attendu par nos populations cruellement éprouvées.

» Dans le département du Gard, nous fûmes appelé à exposer devant le Conseil général, réuni à cet effet, les projets présentés et le mode d'exécution. L'un des membres du Conseil, qui portait un intérêt aussi éclairé que dévoué à cette question des canaux du Rhône, un de nos anciens et bien regrettés confrères, le général Perrier, voulut bien nous écrire qu'après avoir entendu notre exposé, il était convaincu que le

projet du Service spécial était le plus économique et le plus pratique, et, ajoutait-il, le seul présenté dans des conditions admissibles.

» Il n'est pas douteux aujourd'hui, pour une seule des personnes qui avaient examiné consciencieusement la question comme le général Perrier, que, si l'on eût donné suite au projet présenté le 7 avril 1881 par le Ministre des Travaux publics, M. Carnot, sur l'avis unanime de tous les Conseils techniques les plus compétents, les canaux du Rhône jetteraient aujourd'hui les eaux du fleuve sur les terrains où elles sont attendues depuis si longtemps.

» Depuis plus de 10 ans, rien, absolument rien n'a été fait, et cependant des sommes considérables ont été dépensées pour des projets nouveaux, exigeant des études aussi coûteuses qu'inutiles.

» Nous ne voulons pas examiner tous ces divers projets ici; nous nous bornerons à dire qu'ils ont été tous rejetés par les Conseils les plus compétents et que certains, destinés à être concédés à des Compagnies financières, ont été reconnus devoir amener fatalement un désastre financier, par la Commission du Sénat chargée de les examiner.

» Nous avons voulu, avant tout, exposer le projet, si précis et si pratique, présenté en 1881, par l'honorable M. Carnot, et établir combien il aurait donné prompte et entière satisfaction aux populations à desservir, s'il eût été exécuté quand il a été présenté.

» Nous ajouterons toutefois, en terminant, qu'en 1887, le général Perrier, qui était alors Président du Conseil général du Gard et qui continuait de plus en plus à faire les plus grands efforts pour la construction du canal, présenta au Conseil général qu'il présidait, un Mémoire qu'il nous avait prié de rédiger, pour bien établir les causes qui empêchaient jusqu'ici l'exécution du projet présenté par le Ministre des Travaux publics en 1881.

» Le Conseil général du Gard, après examen du Mémoire, en a voté l'insertion in extenso dans le registre des procès-verbaux de ses séances, en raison, dit le rapporteur, du jour qu'il jetait sur la question. Ce Mémoire y est inscrit, en effet, en entier et fait connaître les causes qui ont retardé jusqu'ici l'exécution des canaux d'irrigation du Rhône. »

M. H. Poincaré fait hommage à l'Académie d'un Volume intitulé : « Théorie mathématique de la Lumière. — II. Nouvelles études sur la diffraction; Théorie de la dispersion, de Helmholtz. Leçons professées à la Faculté des Sciences de Paris, pendant le 1er semestre 1891-1892 ».

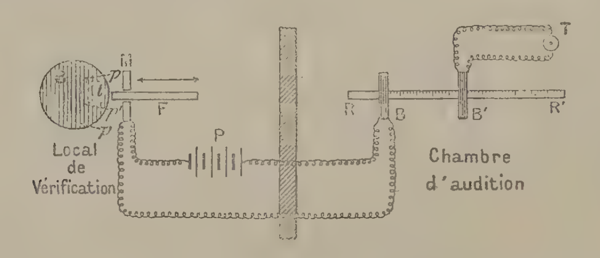
MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvel appareil, ou schiséophone, servant à explorer la structure intime des masses métalliques à l'aide d'un procédé électro-mécanique. (Sonomètre d'induction joint à un microphone).* Note de M. le capitaine DE PLACE.

« La méthode employée pour scruter le métal à l'aide de cet instrument est la suivante : 1° frapper sur le métal à éprouver; 2° recevoir dans un microphone le son émis par le métal; 3° apprécier ce son à l'aide d'un sonomètre d'induction.

» Pour satisfaire à ces trois conditions, l'instrument se compose d'un frappeur, d'un microphone et de ses piles, et enfin d'un sonomètre d'induction, muni de ses téléphones.

» La figure schématique ci-dessous donne une idée de l'ensemble du système : on y voit, dans le local de vérification, le frappeur F traversant le microphone M, pour percuter le bloc de métal B à éprouver; puis, dans le



local d'audition, le sonomètre composé de la règle RR' et des bobines B et B', cette dernière étant reliée au téléphone T. Les éléments de piles sont placés en P.

» Le frappeur est constitué par une tige d'acier dur, qui est animée d'un mouvement de translation alternatif, soit au moyen d'un mécanisme d'horlogerie, soit au moyen d'une manivelle mue à la main, soit enfin, ce qui est préférable, au moyen d'une poire en caoutchouc qui actionne un petit piston de bois portant la tige formant frappeur. La vitesse à imprimer au percuteur ne doit pas être plus considérable que celle donnant trois coups en deux secondes; quand on précipite le mouvement, la lecture se fait mal dans les téléphones. Le microphone est traversé par le frappeur

et monté sur un manche dont l'avant-bec le maintient toujours à bonne distance du métal à éprouver. Ce microphone se rapproche, par sa structure, du type du microphone de Crossley, à baguettes de charbon disposées en triangle ou en carré, et montées sur des cubes de charbon.

» La pile est formée de deux séries d'éléments servant tour à tour, au moyen d'un commutateur, pour éviter la polarisation. Elles sont du type Leclanché, mais à liquide immobilisé par la substance complexe dénommée *Mélasine* par M. de Place et présentant cette particularité de ne se dessécher jamais.

» Le sonomètre est composé d'une règle graduée arbitrairement (en centimètres généralement), et de deux bobines, dont l'une fixe, placée au zéro, est enroulée d'un fil recouvert, d'une résistance de 125 ohms, et dont chacun des bouts est dans le circuit de la pile et du microphone. L'autre bobine, de 125 ohms également, est mobile et communique aux deux téléphones de pareille résistance.

» Il est facile de comprendre maintenant comment fonctionne l'appareil.

» A l'appel d'une sonnerie d'avertissement, l'opérateur chargé de présenter les pièces à éprouver commence la percussion. L'opérateur chargé de la vérification, ayant aux oreilles les téléphones maintenus par une jugulaire têtière, perçoit dans ceux-ci le bruit du frappeur. Il éloigne alors la bobine mobile de la bobine fixe, jusqu'à ce qu'il n'entende plus qu'un son *à peine perceptible*. On pourrait reculer jusqu'au silence parfait, mais on conçoit que, perdant ainsi toute relation avec le frappeur, on demeurerait dans le vague.

» Tant que, pour une pièce d'égale épaisseur (rails, cuirasses, arbre de couche, bloc, etc., etc.), le bruit reste le même, c'est que la pièce est saine et exempte de fissures, soufflures ou *tapures*. Si, au contraire, le son vient à changer en augmentant, c'est qu'une tapure, une fissure, une soufflure a été rencontrée par le frappeur. Vu le peu de volume du son conservé primitivement, il est très facile de saisir la moindre augmentation ou le moindre changement.

» La distance qui sépare la bobine mobile de la bobine fixe est variable avec chaque opérateur et dépend du degré d'audibilité de chacun. Elle augmente avec l'habitude de l'appareil.

» Quand on opère sur des pièces d'épaisseur inégale, comme sur des obus de rupture, qui « trempés raide » *tapent* très souvent à l'ogive, on établit sur un obus sain (ayant traversé une plaque au tir d'essai) une

sorte de table donnant le point où, pour un même opérateur, s'arrête la bobine induite mobile. Les déviations dans les expériences ultérieures indiquent les tapures.

» Cet appareil a reçu la sanction de la pratique dans de nombreuses usines. Il a été nommé *schiséophone*, de σχίσις, fissure, et φώνη, voix. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie une Lettre par laquelle le Président de l'Association française pour l'avancement des Sciences lui fait connaître les conditions d'un concours relatif aux questions se rapportant à la rage :

L'Association française pour l'avancement des Sciences a reçu, d'un donateur anonyme, une somme de 600^{fr}, destinée à récompenser, sous la forme de deux prix, l'un de 400^{fr}, l'autre de 200^{fr}, les auteurs du meilleur travail sur la question suivante :

« Étudier, d'après des documents locaux, la fréquence de la rage et les mesures prophylactiques en vigueur dans un département, la Seine excepté, ou une région (deux ou trois départements) de la France et de l'Algérie. Les chiffres statistiques devront porter au moins sur dix années et comprendre les résultats de 1892. »

Les manuscrits devront être envoyés, avant le 31 mars 1893, au Secrétaire du Conseil de l'Association.

(Suivent quelques indications sur les points qui doivent fixer particulièrement l'attention des auteurs).

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La suite et fin de la « Théorie du mouvement des planètes, par M. *G. Leveau* » (présenté par M. Tisserand);

2° Une brochure intitulée « Cadran solaire; système Ch. Chamberland ». Cette brochure, présentée à l'Académie par M. Tisserand, est accompagnée d'un exemplaire de l'appareil lui-même (petit modèle).

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Barnard (d 1892), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. BIGOURDAN. Présentées par M. Tisserand.

Dates 1892.	Étoiles de comparaison.		Comète — Étoile Æ.	Comète — Étoile Décl.	Nombre de comparaisons.
			m s	′ ″	
Oct. 17....	*a* 3984BD + 11	8,4	−0. 8,82	−5.55,0	20:20
18....	*b* 4062BD + 10	8,8	+0.15,74	−2.52,1	16:16
20....	*c* 4308BD + 9	9,5	+0. 6,16	−3.40,0	4:4
21....	*d* 4330BD + 9	9,1	−0. 9,20	+3. 8,1	10:10
22....	*e* Anonyme	9,5	+0.22,28	−1.26,5	8:8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1892.		Ascension droite moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1892,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Oct. 17.....	*a*	19.42.10,57	+1,53	+11.12.31,3	+9,0	Rapp. à *f*
18.....	*b*	19.43.58,55	+1,53	+10.47.46,7	+9,0	Weisse₁ (n° 1077)
20.....	*c*	19.48.43,07	+1,53	+10. 4.37,8	+9,0	Rapp. à *g*
21.....	*d*	19.51.19,85	+1,54	+ 9.35.56,8	+9,0	B. B. VI
22.....	*e*	19.53. 8,50	+1,54	+ 9.19.23,7	+9,0	Rapp. à *h*
.....	*f*	19.44.40,20	»	+10.57.37,5	»	B. B. VI (4065 + 10)
.....	*g*	19.47. 6,64	»	+10. 4.30,8	»	Weisse₁ (n° 1153)
.....	*h*	19.51. 4,02	»	+ 9.21.31,7	»	Weisse₁ (n° 1240)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1892.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Oct. 17........	8.55. 7	19.42. 3,28	$\bar{1}$,445	+11. 6.45,3	0,757
18........	8.20.54	19.44.15,82	$\bar{1}$,375	+10.45. 3,6	0,752
20........	7.56.32	19.48.50,76	$\bar{1}$,317	+10. 1. 6,8	0,753
21........	7.55.58	19.51.12,19	$\bar{1}$,317	+ 9.39.13,9	0,756
22........	7.16. 0	19.53.32,32	$\bar{1}$,174	+ 9.18. 6,2	0,754

« *Remarques.* — Oct. 17. La comète, qui est très faible (grandeur 13,3-13,4), est diffuse, vaguement ronde, de 40″-50″ de diamètre, plus brillante vers le centre, avec condensation diffuse qui se fond graduellement avec le reste de la nébulosité.

» Oct. 22. Pendant l'observation la comète se projetait sur une petite étoile 13,3 qui a dû influencer les mesures. Le ciel, qui s'est couvert ensuite, n'a pas permis de continuer les observations. »

ASTRONOMIE. — *Éléments de la comète Barnard du* 12 *octobre* 1892; par M. L. Schulhof, présentés par M. Tisserand.

« A l'aide des observations de M. Bigourdan des 17, 20 et 22 octobre, j'ai calculé les éléments paraboliques suivants de la nouvelle comète de M. Barnard.

	Comète de Barnard 1892.		Comète de Wolf.
Temps m. 1892 nov. 20, 5394, temps m. de Paris.			
π	351°. 3'.14"	Équin. et	19°.12'
Ω	195.30.59	écl. moy.	206.22
i	36.46.18	1892,0	25.15
$\log q$	0,242782		0,2022
e			0,5571

» Ces éléments, qui laissent subsister dans la longitude du second lieu l'écart très considérable $\Delta\lambda \cos\beta = -29''$, ne peuvent être regardés que comme une première approximation. Il est possible que la variation du rapport des deux distances géocentriques extrêmes diminuerait sensiblement ce grand écart. Il est toutefois très probable que cet astre appartient aussi au groupe des comètes périodiques dont l'orbite elliptique est due à l'action de Jupiter. En effet, ses éléments présentent une grande ressemblance avec ceux de la comète périodique de Wolf que j'ai mis en regard. Si la comète avait effectivement une courte durée de révolution, son excentricité, tout comme celle de la comète de Wolf, ne devra pas dépasser sensiblement la valeur 0,5, pour qu'elle puisse se trouver dans le voisinage de Jupiter, dans le point dont la longitude héliocentrique est égale à 196°. Elle confirmerait dans ce cas d'une manière remarquable le fait signalé par moi que les points de proximité des comètes périodiques de Jupiter se groupent particulièrement vers l'aphélie de cette grosse planète. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales algébriques de l'équation différentielle du premier ordre.* Note de M. L. AUTONNE, présentée par M. Jordan.

« Soit H l'équation différentielle du premier ordre

$$F(x, y, y') = 0,$$

F désignant un polynôme. Continuant et généralisant mes recherches précédentes (*Comptes rendus,* 16 mars et 9 novembre 1891, 22 février 1892), je suis parvenu à constituer une théorie des intégrales algébriques de H ou, ce qui revient au même, une théorie des intégrales algébriques G, tracées sur la surface $\mathfrak{F}$, qui représente H, en vertu de mes conventions habituelles.

» Appelons *nœud* tout nodal (*voir* pour la définition du point nodal sur $\mathfrak{F}$ ma Note du 9 novembre 1891) dont l'exposant est égal au quotient de deux entiers positifs; tout nodal qui n'est pas un nœud sera un *col.*

» La surface $\mathfrak{F}$ *la plus générale de son degré* N possédera

$$N(N^2 - 2N + 2)$$

cols tous distincts; aucun exposant ne sera ni nul, ni infini. Alors *le degré de toute courbe indécomposable* G, *intégrante algébrique tracée sur* $\mathfrak{F}$, *ne peut dépasser le plus grand entier* [N] *contenu dans la fraction*

$$\frac{N(N^2 + 6N + 11)}{3(N + 2)}.$$

» G *n'a d'autres points multiples que des points doubles à tangentes séparées; ces points sont tous en des cols de* $\mathfrak{F}$; *les deux tangentes sont les deux asymptotes de l'indicatrice de* $\mathfrak{F}$ *au col considéré.*

» Appelons pour la courbe gauche G

n le degré;
p le genre;
δ le nombre des points doubles, tous cols de $\mathfrak{F}$;
k le nombre des cols de $\mathfrak{F}$, points simples de G.

» Les quatre entiers n, p, δ, k sont assujettis aux conditions

(1) $$n(N - 2) = 2(p - 1) + k + 2\delta,$$
(2) $$nN + 1 \leqq \tfrac{1}{6} N(N^2 + 6N + 11) + p + \delta.$$

» La connaissance du maximum [N] de n ramène la recherche effective de *toutes* les intégrantes algébriques tracées sur $\mathfrak{F}$, en nombre fini ou infini, qui peuvent exister, à des calculs purement élémentaires (*voir* au surplus ma Note du 22 février 1892; les résultats n'en sont aucunement modifiés par l'apparition sur G de points doubles à tangentes séparées).

» Il n'y a rien à dire sur la quadrique $\mathfrak{F}$,

$$N = 2;$$

j'en ai depuis longtemps construit toutes les intégrantes (Note du 14 novembre 1887). Voici maintenant ce que fournit l'application de la méthode à la surface cubatique $\mathfrak{F}$,

$$N = 3, \qquad [N] = 7.$$

» *Il n'existe sur $\mathfrak{F}$ qu'un nombre fini d'intégrantes algébriques. Celles que l'on peut s'attendre à rencontrer, isolées ou réunies, sont comprises parmi les treize courbes de l'énumération suivante :*

$n = 3, 4$ ou 5,	$p = \delta = 0$,		$k = 5, 6$ ou 7;
$n = 5$,	$p = 1$,	$\delta = 0$,	$k = 5$;
$n = 6$,	$p = 0, 1, 2, 3$,		$k + 2\delta = 8, 6, 4$ ou 2;
$n = 7$,	$p = 0$,	$\delta \geqq 3$,	$k \leqq 3$;
$n = 7$,	$p = 1$,	$\delta \geqq 2$,	$k \leqq 3$;
$n = 7$,	$p = 2$,	$\delta \geqq 1$,	$k \leqq 3$;
$n = 7$,	$p = 3$ ou 4,		$k + 2\delta = 3$ ou 1.

» L'exemple choisi de la cubatique $\mathfrak{F}$ conduit à une autre application. J'ai montré dans un autre travail (*Journal de l'École Polytechnique*, LXIe et LXIIe cahiers et *Annales de l'Université de Lyon*; 1892) que la recherche des intégrantes sur une cubatique équivalait à l'intégration d'une équation différentielle Ω du premier ordre, du premier degré, de dimension quatre, *réglementaire* et *munie de six points dicritiques*. Les résultats ci-dessus fournissent donc les intégrales algébriques de Ω.

» Il semblerait que la présente théorie résout *dans le cas général* le problème relatif à la recherche des intégrantes algébriques sur une surface $\mathfrak{F}$ ou le problème équivalent, relatif à l'intégration algébrique de l'équation H. Malheureusement deux réserves sont à faire.

» D'abord la surface $\mathfrak{F}$, la plus générale dans son degré, ne représente pas l'équation H la plus générale. Loin de là : si H est pourvue seulement

de singularités ordinaires, $\mathfrak{F}$ possède des singularités exceptionnelles : droites multiples, points coniques ou multiples, ... Cela tient au mode de représentation employé (voir le Chapitre I du Mémoire inséré au LXIe cahier du *Journal de l'École Polytechnique*). Les singularités compliquées de $\mathfrak{F}$ rendent le calcul du maximum [N] très malaisé.

» En se bornant aux équations H pour lesquelles la surface représentative $\mathfrak{F}$ est la plus générale dans son degré (ce qui fournit une catégorie d'équations H encore assez étendue), on rencontre une seconde difficulté : il n'est pas évident que la présence sur $\mathfrak{F}$ d'intégrantes algébriques, même en nombre fini, n'entraîne pas l'apparition de nœuds. Le contraire est probable dans beaucoup de cas.

» Cette seconde réserve est beaucoup moins grave que la première; la méthode n'est pas essentiellement détruite par l'apparition de nœuds, quoique certains résultats soient modifiés. Ainsi, par exemple, un nœud peut être, pour l'intégrante C, un point multiple; l'exposant étant $\frac{l}{m}$, $m < l$, la plus grande complication pour l'allure de C au nœud est la suivante : deux branches simples touchent les deux asymptotes de l'indicatrice de $\mathfrak{F}$ au nœud et une branche m^{uple} touche une des deux asymptotes, en possédant un contact du $s^{\text{ième}}$ ordre avec la branche simple correspondante; s est l'entier immédiatement inférieur à l'exposant $\frac{l}{m}$.

» Grâce aux savantes recherches d'Halphen sur les points singuliers des courbes algébriques planes, il est possible d'apprécier l'influence des nœuds et des exposants sur le maximum [N] et les conditions (1) et (2) ci-dessus. Toutefois la matière appelle une discussion plus approfondie, qui fera l'objet d'une Communication ultérieure. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les centres de courbure géodésique*. Note de M. **Th. Caronnet**, présentée par M. Darboux.

« Considérons sur une surface un système orthogonal quelconque et soit

$$ds^2 = A^2\,du^2 + C^2\,dv^2$$

l'élément linéaire de la surface rapportée à ce système.

» On sait, en adoptant les notations de M. G. Darboux, que les rayons

de courbure géodésique des lignes coordonnées ont pour expressions

$$\rho_{gu} = -\frac{AC}{\frac{\partial A}{\partial v}}, \qquad \rho_{gv} = \frac{AC}{\frac{\partial C}{\partial u}};$$

et que les coordonnées des centres de courbure géodésique correspondants s'écrivent

$$(G) \qquad x = 0, \qquad y = \rho_{gu}, \qquad z = 0;$$
$$(G') \qquad x = -\rho_{gv}, \qquad y = 0, \qquad z = 0.$$

» Ceci posé, envisageons la congruence des droites GG′ et cherchons la condition pour qu'elle soit normale à une surface.

» Nous avons pour les coordonnées d'un point de GG′

$$x_1 = -\rho_{gv} + \frac{\rho_{gv}}{\sqrt{\rho_{gu}^2 + \rho_{gv}^2}}\lambda.$$
$$z_1 = 0,$$
$$y_1 = \frac{\rho_{gu}}{\sqrt{\rho_{gu}^2 + \rho_{gv}^2}}\lambda.$$

» Le déplacement de ce point, rapporté au trièdre de la surface, a pour composantes

$$dx_1 + A\,du - (r\,du + r_1\,dv)y_1$$
$$dy_1 + C\,dv + (r\,du + r_1\,dv)x_1$$
$$(p\,du + p_1\,dv)y_1 - (q\,du + q_1\,dv)x_1.$$

» En écrivant qu'il est normal à la droite GG′, quels que soient du et dv, nous obtenons pour déterminer λ

$$d\lambda = \frac{1}{2}\frac{d\rho_{gv}^2}{\sqrt{\rho_{gu}^2 + \rho_{gv}^2}}.$$

» Pour que λ existe, il est donc nécessaire et suffisant que les courbures géodésiques soient fonctions l'une de l'autre. On peut donc énoncer le théorème suivant :

» Théorème I. — *Pour que les droites GG′ qui joignent les centres de courbure géodésique d'un système orthogonal quelconque engendrent une congruence de normales, il faut et il suffit que les courbures géodésiques correspondantes soient fonctions l'une de l'autre.*

» *Remarque.* — On retrouve une propriété connue des *développées,*

en considérant une famille de géodésiques et leurs trajectoires orthogonales.

» L'un des rayons de courbure géodésique, MG, est infini; par suite, la parallèle à Mx, menée par G' reste normale à une surface qui est précisément la seconde nappe focale des tangentes aux géodésiques considérées.

» Maintenant, supposons que le système orthogonal soit formé des lignes de courbure, et appelons C, C' les centres de courbure principaux.

» On démontre aisément, d'une façon analogue, la proposition suivante :

» Théorème II. — *Pour qu'une droite telle que* CG', *qui joint un centre de première courbure principal au centre de seconde courbure géodésique, engendre une congruence de normales, il faut et il suffit que les courbures considérées soient fonctions l'une de l'autre.*

» *Application.* — Soit une surface à lignes de courbure circulaire dans un système. On peut la considérer comme enveloppe de sphères dont le centre décrit une courbe, le rayon étant une fonction de l'arc de la courbe.

» Appelons (γ) un cercle de courbure. Son centre de courbure géodésique G est précisément le sommet du cône circonscrit à la surface le long de (γ).

» D'autre part, pour tous les points M de ce cercle, les centres de courbure géodésique du second système sont situés sur la caractéristique (Δ) du plan du cercle.

» Ceci posé, on voit que, pour que les courbures géodésiques soient fonctions l'une de l'autre, il est nécessaire et suffisant que l'arête MG soit constante.

» Soit donc : $MG = a$.

» Le rayon des sphères enveloppées est alors déterminé par l'équation

$$\frac{\sqrt{a^2 + R^2}}{R}\, dR = ds,$$

qui donne, en effectuant la quadrature,

$$\sqrt{a^2 + R^2} + \frac{a}{2} L \frac{\sqrt{a^2 + R^2} - a}{\sqrt{a^2 + R^2} + a} = s + b.$$

» L'application des deux théorèmes précédents va nous fournir deux propriétés géométriques de ces surfaces qui, chacune, les distinguent des

autres surfaces dont les lignes de courbure sont circulaires dans un système.

» 1. D'après le théorème (I), les droites issues de G et s'appuyant sur (Δ) engendreront une congruence de normales; donc le plan (G, Δ) est normal à la trajectoire du point G.

» 2. Considérons le cône (O, γ) qui a son sommet au centre O de la sphère enveloppée, il touche son enveloppe suivant une conique (Γ), lieu des centres de seconde courbure, quand on se déplace sur (γ), et dont le plan contient, comme on sait, la caractéristique (Δ).

» Or, d'après le théorème (II), si l'on joint chaque point G à tous les points de la conique (Γ) qui lui correspond, on obtient une congruence de normales. Donc, ou le point G est situé dans le plan de la conique (Γ) ou le cône (G, Γ) est de révolution autour de GO.

» Cette dernière hypothèse doit être écartée, car les points O et G appartiendraient à la focale de la conique (Γ), et ceci est impossible, puisque GO est tangente à cette focale au point O.

» Nous concluons de là que la conique (Γ) est contenue dans le plan (G, Δ). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Pfaff.* Note de M. A.-J. STODOLKIEVITZ.

« Pour l'équation différentielle totale

$$X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 + \ldots + X_n\,dx_n = 0, \tag{1}$$

dans laquelle $X_1, X_2, \ldots, X_n$ sont des fonctions des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ dans le cas où l'équation (1) n'a que deux intégrales, il existe certaines conditions d'intégrabilité. Dans le but de déduire ces conditions, admettons que les intégrales de l'équation (1) sont en même temps intégrales du système de deux équations

$$A_{s,1}\,dx_1 + A_{s,2}\,dx_2 + \ldots + A_{s,n}\,dx_n = 0 \qquad (s = 1, 2), \tag{2}$$

où $A_{s,i}$ sont certaines fonctions des variables qui satisfont à des conditions connues

$$\left\{ \begin{array}{l} A_{s,n}\left(\dfrac{\partial A_{s,i}}{\partial x_l} - \dfrac{\partial A_{s,l}}{\partial x_i}\right) + A_{s,i}\left(\dfrac{\partial A_{s,l}}{\partial x_n} - \dfrac{\partial A_{s,n}}{\partial x_l}\right) + A_{s,l}\left(\dfrac{\partial A_{s,n}}{\partial x_i} - \dfrac{\partial A_{s,i}}{\partial x_n}\right) = 0 \\ \qquad (s = 1, 2), \qquad (i, l = 1, 2, \ldots, n-1). \end{array} \right. \tag{3}$$

» Outre cela, comme les coefficients des équations (2) et (1) sont équivalents, il existe des équations

$$A_{1,i}+A_{2,i}=\alpha X_i \qquad (i=1,2,\ldots,n) \tag{4}$$

dans lesquelles α exprime une fonction inconnue.

» En chassant de la deuxième des équations (3), les quantités $A_{2,i}$ à l'aide des expressions (4), nous obtiendrons

$$\left\{\begin{aligned} &\alpha^2(n,i,l)-A_{1,n}\left(\frac{\partial\alpha X_i}{\partial x_l}-\frac{\partial\alpha X_l}{\partial x_i}\right)-A_{1,i}\left(\frac{\partial\alpha X_l}{\partial x_n}-\frac{\partial\alpha X_n}{\partial x_l}\right)\\ &\quad-A_{1,l}\left(\frac{\partial\alpha X_n}{\partial x_i}-\frac{\partial\alpha X_i}{\partial x_n}\right)-\alpha X_n Q_{i,l}-\alpha X_i Q_{l,n}-\alpha X_l Q_{n,i}=0,\end{aligned}\right. \tag{5}$$

où, pour abréger, nous emploierons les désignations

$$(n,i,l)=X_n\left(\frac{\partial X_i}{\partial x_l}-\frac{\partial X_l}{\partial x_i}\right)+X_i\left(\frac{\partial X_l}{\partial x_n}-\frac{\partial X_n}{\partial x_l}\right)+X_l\left(\frac{\partial X_n}{\partial x_i}-\frac{\partial X_i}{\partial x_n}\right), \tag{6}$$

$$Q_{i,l}=\frac{\partial A_{1,i}}{\partial x_l}-\frac{\partial A_{1,l}}{\partial x_i} \qquad (i,l=1,2,\ldots,n-1), \tag{7}$$

$$\left\{\begin{aligned} M_{n,i,l}=&\,\alpha^2(n,i,l)-A_{1,n}\left(\frac{\partial\alpha X_i}{\partial x_l}-\frac{\partial\alpha X_l}{\partial x_i}\right)\\ &-A_{1,i}\left(\frac{\partial\alpha X_l}{\partial x_n}-\frac{\partial\alpha X_n}{\partial x_l}\right)-A_{1,l}\left(\frac{\partial\alpha X_n}{\partial x_i}-\frac{\partial\alpha X_i}{\partial x_n}\right).\end{aligned}\right. \tag{8}$$

» Nous aurons ainsi le système $(n-1)(n-2)$ des équations

$$\begin{aligned} &A_{1,n}Q_{i,l}+A_{1,i}Q_{l,n}+A_{1,l}Q_{n,i}=0,\\ &\alpha X_n Q_{i,l}+\alpha X_i Q_{l,n}+\alpha X_l Q_{n,i}=M_{n,i,l}.\end{aligned}$$

Nous pouvons choisir cinq groupes de ces équations

$$\begin{aligned} &A_{1,m}Q_{i,k}+A_{1,i}Q_{k,m}+A_{1,k}Q_{m,i}=0,\\ &A_{1,m}Q_{i,l}+A_{1,i}Q_{l,m}+A_{1,l}Q_{m,i}=0,\\ &A_{1,m}Q_{k,l}+A_{1,k}Q_{l,m}-A_{1,l}Q_{k,m}=0,\\ &\alpha X_m Q_{i,k}+\alpha X_i Q_{k,m}+\alpha X_k Q_{m,i}=M_{m,i,k},\\ &\alpha X_m Q_{i,l}+\alpha X_i Q_{l,m}+\alpha X_l Q_{m,i}=M_{m,i,l},\\ &\alpha X_m Q_{k,l}+\alpha X_k Q_{l,m}-\alpha X_l Q_{k,m}=M_{m,k,l}.\end{aligned}$$

» Dans le second groupe, à la place de m, nous écrirons r. Dans le troisième groupe, nous mettrons r à la place de m et m à la place de l. Dans le quatrième groupe, nous écrirons r à la place de m, m à la place

de l et l à la place de k. Enfin, dans le cinquième, nous substituerons r à m, m à l, l à k et k à i. Chacun des groupes écrits de cette manière a une propriété spéciale, et notamment : après l'élimination de Q, il nous donne, après des simplifications évidentes, une seule équation :

» Du premier groupe

$$(k,l,m)\,A_{1,i}-(i,l,m)\,A_{1,k}+(i,k,m)\,A_{1,l}-(i,k,l)\,A_{1,m}=0,$$

du second

$$(k,l,r)\,A_{1,i}-(i,l,r)\,A_{1,k}+(i,k,r)\,A_{1,l}-(i,k,l)\,A_{1,r}=0,$$

du troisième

$$(k,m,r)\,A_{1,i}-(i,m,r)\,A_{1,k}+(i,k,r)\,A_{1,m}-(i,k,m)\,A_{1,r}=0,$$

du quatrième

$$(l,m,r)\,A_{1,i}-(i,m,r)\,A_{1,l}+(i,l,r)\,A_{1,m}-(i,l,m)\,A_{1,r}=0,$$

et enfin du cinquième

$$(l,m,r)\,A_{1,k}-(k,m,r)\,A_{1,l}+(k,l,r)\,A_{1,m}-(k,l,m)\,A_{1,r}=0.$$

» Le déterminant du système ci-dessus des équations linéaires, comme gauche symétrique de degré impair, est égal à zéro, et, par conséquent, nous aurons

$$A_{1,i}:A_{1,k}:A_{1,l}:A_{1,m}:A_{1,r}=\Delta_1:\Delta_2:\Delta_3:\Delta_4:\Delta_5,$$

où Δ_s désigne les déterminants mineurs du déterminant du système. Nous obtiendrons de la même manière,

$$A_{2,i}:A_{2,k}:A_{2,l}:A_{2,m}:A_{2,r}=\Delta_1:\Delta_2:\Delta_3:\Delta_4:\Delta_5.$$

Comme cependant $A_{1,i}$, $A_{2,i}$ ne peuvent être proportionnels, nous aurons donc

$$(9)\qquad \Delta_1=\Delta_2=\Delta_3=\Delta_4=\Delta_5=0.$$

» Les équations (9) représentent les conditions nécessaires à l'intégrabilité pour les équations (1) à deux intégrales.

» Pour intégrer l'équation (1), dans le cas traité ci-dessus, nous substituons les valeurs des différentielles variables dépendantes dans l'équation (1), et nous égalons à zéro tous les coefficients.

» Nous aurons alors

$$(10) \quad X_s + X_{n-1}\frac{\partial x_{n-1}}{\partial x_s} + X_n\frac{\partial x_n}{\partial x_s} = 0 \quad (s = 1, 2, \ldots, n-2).$$

» Nous pouvons donc écrire l'équation (10) pour $s = i$ et $s = k$, ensuite nous différentions l'équation $i^{\text{ième}}$ par rapport à x_k et l'équation $k^{\text{ième}}$ par rapport à x_i, et, après la soustraction des équations obtenues de cette manière, nous aurons le système

$$(n, i, k) + (n-1, k, n)\frac{\partial x_{n-1}}{\partial x_i} + (n-1, n, i)\frac{\partial x_{n-1}}{\partial x_k} = 0,$$

ainsi que

$$(n-1, i, k) + (n, k, n-1)\frac{\partial x_n}{\partial x_i} + (n, n-1, i)\frac{\partial x_n}{\partial x_k} = 0,$$

la signification des symboles (ρ, σ, τ) est (6); les indices i, k sont les combinaisons deux à deux des nombres $1, 2, \ldots, n-2$. Il est facile de réduire les deux systèmes à leur forme normale, et, après les avoir remplacés par des systèmes correspondants à différentielles totales, nous trouvons les deux intégrales cherchées. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Taches solaires et perturbations magnétiques en* 1892. Note de M. **Ricco**, présentée par M. Faye.

« Depuis l'époque de l'apparition de la tache solaire extraordinaire d'avril 1882, j'avais remarqué (¹) que les passages des grandes taches sur le disque du Soleil étaient souvent accompagnés par des perturbations magnétiques. Le même phénomène s'est répété dernièrement, lors du passage de la tache extraordinaire de février 1892.

» Ayant reçu de l'Observatoire naval de Washington la reproduction des courbes des magnétographes photographiques qui donnent les perturbations magnétiques de 1892, où l'on peut déterminer le temps du maximum, j'en ai fait la comparaison avec le temps du passage de la tache principale du Soleil à la moindre distance du centre du disque, c'est-à-dire au méridien central.

» Il n'est pas facile et sûr de déterminer l'instant du maximum des per-

(¹) *Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani,* vol. XI, p. 5; 1882.

turbations, parce que celles-ci résultent des oscillations extraordinaires et irrégulières de la déclinaison (D), de la composante horizontale (F. H.) et de la composante verticale (F. V.) du magnétisme terrestre, qui ne coïncident pas toujours. Pour cela, je me suis limité à donner seulement l'heure où a eu lieu la plus grande déviation de la déclinaison de la moyenne, et près de laquelle il y a aussi la plus grande variation des deux autres composantes.

» J'ai réduit le temps du 75ᵉ méridien ouest de Greenwich, adopté dans les diagrammes, en temps de Catane, et je les ai comparés au temps calculé du passage au méridien central de la tache principale à l'époque de la perturbation.

» La Table suivante donne en *compendium* les données numériques tirées des diagrammes des perturbations et des calculs des positions des taches solaires. Les *excursions* sont les ampleurs des oscillations près des maxima : elles sont exprimées pour la D. en minutes d'arc, pour la F. H. et pour la F. V. en dix-millièmes de l'unité C. G. S. Le diamètre des taches est exprimé en diamètres terrestres.

Passage au méridien central.	Grandes taches solaires.	Diamètre.	Latitude héliographe.	Temps du maximnm.	Perturbations magnétiques.	Excursions. D.	Excursions. F. H.	Excursions. F. V.	Retards des perturbations en temps.	Retards des perturbations en arc.
Janv. 4, 2h s.	Très grande.	4	+ 20°	Janv. 6, 4h m.	Très grande.	42'	0,0013	0,0035	38h	21°
Janv. 28, 3 s.	Grande.	3	— 10	Janv. 29, midi.	Grande.	28	13	13	21	12
Févr. 2 à 4.	Aucune.	»	»	Févr. 2 à 4.	Faibles.	»	»	»	»	»
Févr. 12, 4 m.	Extraordinaire.	11	— 30	Févr. 14, 1 m.	Extraordinaire.	90	∞	∞	45	25
Mars 1 à 5.	Aucune.	»	»	Mars 1 à 5.	Médiocres.	»	»	»	»	»
Mars 7, 2 m.	Aucune.	»	»	Mars 7, 2 m.	Grande.	48	14	»	»	»
Mars 10, 2 s.	Extraordinaire.	6	— 29	Mars 12, 11 m.	Très grande.	53	20	»	45	25
Avril 23, 8 s.	Grande.	2 ½	+ 11	Avril 25, 11 s.	Grande.	41	13	10	51	28
Avril 24, 4 s.	Grande.	3	+ 16	Avril 26, 1 s.	Grande.	46	25	18	45	25
Mai 1 à 2.	Aucune.	»	»	Mai 1 à 2.	Médiocres.	»	»	»	»	»
Mai 16, 5 s.	Extraordinaire.	5	— 16	Mai 18, 6 soir.	Extraordinaire.	42	18	34	49	27

» Pour 11 époques de magnétisme perturbé, il y en a 7 qui se sont produites après le passage de taches importantes à la moindre distance du centre du disque solaire. En général, toutes les perturbations extraordinaires, très fortes et fortes (moins une) ont suivi le passage de taches respectivement extraordinaires, très grandes, grandes; les perturbations médiocres ou faibles ont eu lieu sans le passage de taches solaires.

» Toutes les perturbations sont en retard par rapport au passage des taches à la moindre distance du centre du disque solaire. Ces retards

(excepté le second) sont compris entre 38^h et 51^h : la moyenne est $45^h,30$; et, comme la rotation synodique des taches est environ $27^j = 648^h$, ce retard n'en est que $\frac{1}{14}$ environ, et les écarts de la moyenne sont un peu plus que $\frac{1}{100}$ de ce temps de rotation.

» La figure jointe au Mémoire montre cet accord des six cas, et prouve évidemment que ces positions des taches presque sur un même méridien solaire, celui distant de 25° en longitude héliographique du centre, au moment des maxima des perturbations, ne peuvent pas être l'effet du simple hasard.

» Ce retard de $45^h 5^m$ indiquerait une vitesse de propagation du Soleil à la Terre, pour l'action des taches sur le magnétisme de celle-ci, d'environ 913^{km}, c'est-à-dire 335 fois moindre que la vitesse de la lumière.

» On sait, surtout d'après les études de M. Wolf, de Zurich, qu'il y a un accord parfait de la période des variations de la déclinaison magnétique avec celle du nombre de taches solaires, et M. Garibaldi, de Gênes, a démontré que cet accord se vérifie même dans les détails des variations. On sait que le P. Secchi et M. Tacchini admettent depuis longtemps une relation des perturbations magnétiques et des aurores boréales avec les taches et les protubérances solaires. On sait enfin que dans les taches il y a des grands mouvements et contacts de vapeurs diverses à des températures différentes, ce qui peut bien produire des développements d'électricité; et l'épaississement de certaines raies, particulièrement du fer, qu'on y observe avec le spectroscope, indique une plus grande densité, ou au moins une condition spéciale de vapeurs de ce métal dans les taches; ce qui aussi pourrait être la cause des actions ou inductions électriques ou magnétiques qu'elles exercent sur la Terre lorsqu'elles coupent presque perpendiculairement les lignes de force du Soleil à notre planète.

» Pour à présent, il est impossible d'expliquer le désaccord du retard de la perturbation au 29 janvier.

» Je me propose de continuer ces études en remontant aux années précédentes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les considérations d'homogénéité en Physique. Réponse à une Note de M.* Clavenad; par M. **Vaschy**.

« Dans une Note, insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 3 octobre, M. Clavenad émet quelques critiques au sujet de ma Note du 13 juin 1892

sur les *considérations d'homogénéité en Physique*. Il déclare inexacte la formule

(1) $$v = \frac{1}{\sqrt{\gamma\lambda}},$$

relative à la vitesse v de propagation du courant sur une ligne électrique, et il propose, pour la remplacer, la formule

(2) $$v = A\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}},$$

où A désigne une constante numérique.

» Pour répondre à M. Clavenad, je ferai d'abord observer que la formule (1), que, dans ma Note du 13 juin, j'ai retrouvée par des considérations d'homogénéité, était déjà établie avec une parfaite rigueur par d'autres considérations. Elle résulte notamment de l'étude de l'équation

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = \gamma\rho\frac{\partial V}{\partial t} + \gamma\lambda\frac{\partial^2 V}{\partial t^2},$$

qui régit la propagation du courant (dans le cas, bien entendu, où l'on ne fait intervenir que les éléments γ, ρ, λ de la ligne).

» Mais, pour ne m'en point tenir à cet argument, il convient d'examiner l'objection faite par M. Clavenad. La voici :

« Il (M. Vaschy) compose arbitrairement l'expression $r\sqrt{\gamma\lambda}$ et remplace la relation précédente

$$f(v, E, \rho, \gamma, \lambda) = 0$$

par

$$\varphi(v, E, \rho, \gamma, v\sqrt{\gamma\lambda}) = 0,$$

dans laquelle $v\sqrt{\gamma\lambda}$ a des dimensions nulles; v, E, ρ, γ des dimensions indépendantes entre elles, dit-il. Or il est facile de voir que ce raisonnement doit être inexact, car il s'appliquerait également si, aux lieu et place de $v\sqrt{\gamma\lambda}$, on mettait $v\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}$, *qui a également des dimensions nulles*. Au surplus, γ et ρ *n'ont pas des dimensions indépendantes entre elles*, et, par conséquent, on ne peut les prendre l'un et l'autre comme grandeurs fondamentales. »

» Ces affirmations sont purement gratuites, et rien n'est plus simple que d'en constater l'inexactitude. En premier lieu, $v\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}$ *n'a pas des dimensions nulles*, à moins que l'on ne fasse une hypothèse *arbitraire* consistant à adopter le système électrostatique d'unités; mais, il suffit de lire ma

Note du 13 juin, pour voir que j'ai eu soin précisément de rendre mes raisonnements indépendants de toute hypothèse de ce genre. En second lieu, il n'y a pas plus de raisons pour dire que *les dimensions de* γ *et de* ρ *ne sont pas indépendantes entre elles,* que pour dire que les dimensions d'une longueur et celles d'une masse ne sont pas indépendantes entre elles; il est, je crois, inutile d'insister là-dessus.

» Je ne chercherai point, du reste, à discuter le raisonnement par lequel M. Clavenad établit la formule (2), car je n'ai pu saisir ni son point de départ, ni l'enchaînement de ses idées. Je me bornerai à signaler les points suivants de sa démonstration :

» Il adopte « comme grandeurs fondamentales, la longueur, le temps et » une grandeur électrique ou magnétique quelconque ». Dans ce « sys- » tème d'unités » il donne, entre autres relations, la suivante

$$R = \frac{I}{T},$$

dans laquelle R représente une résistance électrique, I une intensité de courant et T un temps. On ne saurait nier la hardiesse de cette formule. Enfin, ayant obtenu l'équation

$$\varphi\left(\gamma \frac{l^2}{t^2}, \frac{\lambda}{1}\right) = 0, \tag{3}$$

dans laquelle les deux paramètres $\gamma \frac{l^2}{t^2}$ et λ ont, d'après lui, des dimensions nulles, et où *la forme de la fonction* φ *est totalement inconnue,* M. Clavenad conclut que cette équation entraîne forcément la suivante

$$\gamma \frac{l^2}{t^2} = A^2 \lambda,$$

A désignant une constante, c'est-à-dire une quantité indépendante des paramètres λ et $\gamma \frac{l^2}{t^2}$. Cette manière de transformer l'équation (3) ne passera point pour rigoureuse. »

OPTIQUE. — *Sur la vérification du parallélisme à l'axe optique des lames cristallines uniaxes.* Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Lippmann.

« L'étude de la réflexion cristalline interne m'a suggéré une méthode très simple et très sensible pour vérifier le parallélisme à l'axe optique d'une lame cristalline uniaxe taillée parallèlement à l'axe.

» On pourrait opérer de deux manières.

» Supposons qu'un faisceau lumineux tombe sur la lame, collée au fond du prisme à liquide, de manière à ne donner qu'un rayon entrant dans le cristal. Le faisceau réfléchi, analysé, donne un spectre cannelé. Alternons le polariseur et l'analyseur : *si la lame reste identique à elle-même par une rotation de* 180° *dans son plan,* le principe du retour inverse montre que rien ne sera changé. C'est ce qui se produirait avec une lame rigoureusement parallèle à l'axe optique.

» Si l'axe optique fait un petit angle avec la lame, la substitution du polariseur à l'analyseur déplace dans un sens déterminé les franges noires du spectre cannelé. Ce déplacement donne une mesure de l'inclinaison de l'axe.

» On a, par exemple, une lame de quartz qui a $1^{mm},978$ d'épaisseur. Elle est orientée de façon que sa section principale fasse un angle de 37°53′ avec le plan d'incidence. L'angle d'incidence est de 45°. Le liquide du prisme qui baigne la face antérieure a un indice voisin de l'indice moyen du quartz. Dans ces conditions, si le défaut d'orientation est 17′, la substitution du polariseur à l'analyseur déplace les franges de $\frac{36}{100}$ de la distance de deux franges consécutives, au voisinage de la raie D.

» Voici, par exemple, les pointés de quatre franges consécutives obtenues avec la lame précédente, au voisinage de la raie D :

	P vertical. A horizontal.		P horizontal. A vertical.	Différence.
α	1005,8	α_1	995,4	— 10,4
β	1048,9	β_1	1059,6	+ 10,7
γ	1113,0	γ_1	1102,0	— 11,0
δ	1156,4	δ_1	1166,9	+ 10,5

» La lame est tenue par une pince; on l'a d'abord fait tourner dans son plan jusqu'à ce que les plans de polarisation des deux rayons réfractés entrants fassent des angles sensiblement égaux à 45° de part et d'autre du plan d'incidence. Il suffit de tourner préalablement le polariseur de 45°, à partir du plan d'incidence, de mettre

sur le trajet des rayons transmis un nicol croisé avec lui, et de rétablir l'extinction en tournant la lame. Le faisceau réfléchi est dirigé sur l'analyseur et le spectroscope. Les nombres précédents correspondent ainsi à une incidence de 45° dans l'air, et à des angles de 45° entre le plan d'incidence et les plans de polarisation des rayons réfractés intérieurs.

» L'expérience a l'inconvénient d'être compliquée. Elle fournit une évaluation du défaut de parallélisme, qui permettra de contrôler la seconde méthode, beaucoup plus pratique.

» Cette seconde méthode consiste simplement à faire tomber sur la lame, laissée à l'air, un faisceau polarisé dans le plan d'incidence, et à analyser le faisceau réfléchi dans un plan perpendiculaire. Un rayon incident donne deux rayons réfractés, qui donnent chacun deux réfléchis, et l'on a quatre rayons émergents. La lumière réfléchie extérieurement est éteinte par l'analyseur. L'aspect du spectre est très compliqué pour une lame quelconque. Pour une lame parallèle à l'axe, on a un spectre cannelé régulier, identique à celui que fournirait la traversée d'une lame d'épaisseur double.

» L'influence d'un défaut de parallélisme est de dévier, à partir de leurs portions normales, les franges paires vers la droite, les franges impaires vers la gauche. On a, au lieu d'une suite de franges noires régulièrement espacées, une série de groupes de deux franges. Avec la lame dont l'axe est incliné de 17', cette division des franges en groupes de deux saute aux yeux.

» Une rotation de 90° donnée à l'analyseur et au polariseur renverse leurs rôles, et les déviations à partir de la position normale changent de sens : deux bandes, qui étaient trop rapprochées précédemment, sont maintenant trop écartées. Si l'une d'elles avait été pointée, la différence des lectures mesure le double de la déviation à partir de la position normale.

» Il faut passer par d'assez longs calculs pour établir la relation qui lie cette déviation à l'inclinaison de l'axe. On obtient, tout calcul fait, le même nombre de 17' pour cette inclinaison, à une demi-minute près.

» Avec une autre lame, taillée avec plus de soin, d'épaisseur $1^{mm},519$, on a eu :

α.........	1190,0	α_1........	1191,6	+ 1,6
β.........	1303,8	β_1........	1301,8	− 2,0

» Le calcul donne une inclinaison de 2′50″, nombre identique à celui que donne la première méthode pour cette lame. Ici il est moins facile de reconnaître à première vue l'irrégularité du spectre, mais la distance $\alpha_1 \beta_1$

diffère de $\alpha\beta$ de 3,6, quantité très considérable, et qu'un simple pointé dans les deux cas met immédiatement en évidence.

» On saisirait très bien une différence systématique égale au $\frac{1}{6}$ de la précédente, car elle serait alternativement positive et négative pour les intervalles successifs du spectre.

» La grandeur de la déviation augmente avec l'épaisseur et avec la biréfringence de la lame, pour un même angle de l'axe. *Avec une lame de quartz de* $1^{mm},5$ et à plus forte raison avec des lames plus épaisses, *on décèlera très aisément un défaut d'orientation d'une demi-minute.*

» La méthode n'exige qu'un polariseur, un analyseur et un spectroscope, et ne comporte aucun réglage délicat. »

OPTIQUE. — *Sur un photomètre-photoptomètre destiné à la mesure des faibles éclairements.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Henri Becquerel.

« L'inaltérabilité du sulfure de zinc phosphorescent permet de l'employer comme étalon photométrique; la loi de déperdition de sa lumière avec le temps une fois déterminée, il peut servir de mesure pour des éclairages très faibles. J'ai fait construire, par la Société centrale des produits chimiques, un photomètre-photoptomètre fondé sur ce principe.

» La formule que j'ai énoncée dans une précédente Communication (10 octobre)

(1) $$i^{0,5036}(t + 27,18) = \text{const.}$$

rend compte assez bien de l'ensemble des observations d'intensités du sulfure de 3 à 1400 secondes. Mais, pour la détermination d'intensités au bout de temps plus longs, il est évidemment préférable d'utiliser une formule asymptotique qui reproduise le plus fidèlement possible les dernières observations. C'est le caractère de la formule suivante

(2) $$i^{0,5}(t - 18,5) = \text{const.}$$

à partir de 900 secondes. J'ai été conduit à rechercher cette forme $i(t + c)^2 = K$ par une remarque théorique de M. Henri Becquerel [1].

» Le nouveau photomètre-photoptomètre consiste en trois tubes noircis intérieure-

[1] *Comptes rendus*, 2e semestre, p. 619; 1891.

ment qui se raccordent. Celui qu'on applique contre l'œil est muni, de ce côté, d'une lentille convergente à grande distance focale, ce dispositif ayant pour but de supprimer du champ de la vision distincte les parois du tube. Ce tube glisse à coulisse dans un autre présentant deux échancrures ellipsoïdales en bas et en haut; un ruban de magnésium, de 3^{mm} de large, de $0^{m},15$ de long environ, suspendu à une potence, est destiné à brûler dans cet espace isolé de l'intérieur de l'appareil par deux verres protecteurs; ces dimensions du ruban suffisent à donner au sulfure l'illumination maxima. Sur ce tube moyen sont vissés : intérieurement, une bague qui peut maintenir, en vue des applications photoptométriques, un nombre, variable à volonté, de verres dépolis; extérieurement, le tube antérieur terminé par deux écrans semi-circulaires, séparés par une cloison perpendiculaire : l'un, composé de verres dépolis, de couleur jaune verdâtre, identique à la phosphorescence, et auquel on peut substituer en vue des intensités très faibles tout autre écran moins absorbant par le simple jeu d'une bague, reçoit la lumière extérieure; l'autre est recouvert de sulfure de zinc.

» La manipulation est des plus faciles. S'il s'agit de mesurer l'éclairement d'une source extérieure, séparer le tube postérieur du tube antérieur; allumer le ruban de magnésium; noter le temps au moment de l'extinction, replacer le tube postérieur contre le tube antérieur; noter le temps au bout duquel il y a égalité d'éclat entre l'écran phosphorescent et l'écran translucide; le rapport de l'ordonnée correspondant sur la courbe des observations au temps t indiqué par le chronomètre et marqué sur l'abscisse à une ordonnée quelconque exprimée en bougies-mètre donne immédiatement l'éclairement de la source en bougies-mètre. L'éclat propre de l'écran phosphorescent au bout de deux à trois secondes est d'environ 1 bougie-mètre.

» J'ai mesuré, d'après la courbe des observations, les éclairements suivants :

	bgm
Pleine lune en Sologne (5 septembre)	0,272122
Boulevard Saint-Jacques, Paris, en face du n° 36 (12 août, 11^{h} soir).	0,235504
Lune aux trois quarts pleine en Sologne (1er septembre)	0,22258
Jardins de l'Observatoire de Paris (12 août, $11^{h}30^{m}$ soir)	0,0131394
Points du ciel opposés à la Lune en Sologne (août)	0,0025130

» Par application de la formule (2), j'ai déterminé la lumière diffuse des étoiles le 22 août et j'ai trouvé le nombre 0,00057047254, c'est-à-dire que, par ce ciel très sillonné d'étoiles filantes, les étoiles éclairaient l'écran translucide comme une bougie le ferait à une distance d'environ 41^{m}.

» La coloration verdâtre du sulfure, loin de nuire, contribue beaucoup à la précision des observations; car, suivant une loi connue, dès que l'écran phosphorescent est moins lumineux que l'écran translucide, il paraît bleuâtre, l'autre jaunâtre.

» S'il s'agit de mesurer la sensibilité de l'œil par l'inverse du minimum perceptible après un séjour d'une durée connue dans l'obscurité ou après exposition de cet œil à un éclairage d'une intensité déterminée, on met par des bouchons l'appareil à l'abri de toute lumière extérieure, on dévisse le tube antérieur; on enserre dans la bague précitée le nombre de verres dépolis convenable suivant la petitesse présumée de l'éclairage à mesurer, et, après avoir opéré comme dans le cas précédent, on note le temps au bout duquel on constate l'apparition d'une lueur.

» J'ai déterminé le pouvoir absorbant de ces verres dépolis au maximum en notant les temps au bout desquels je constatais l'égalité de teinte entre les deux écrans à une certaine distance d'une bougie, après interposition de ces verres entre l'écran phosphorescent et le magnésium allumé, ayant soin de retirer ces verres immédiatement après l'illumination. Soient i_0, i_1, i_2, i_3, i_4, ..., i_n les intensités maxima de l'écran phosphorescent, la lumière du magnésium ayant été absorbée par 0, 1, 2, 3, 4, ..., n verres, t_0, t_1, t_2, t_3, t_4, ..., t_n les temps au bout desquels on constate les égalités respectives de ces intensités avec une même intensité I de l'écran translucide; étant admis, comme je l'ai vérifié, que la loi de déperdition du sulfure de zinc est la même, quelle que soit, dans les limites sus-indiquées, l'intensité maxima, on voit que les intensités maxima respectives i_1, i_2, i_3, i_4, ..., i_n sont égales aux valeurs que prendrait l'intensité i_0 au bout de temps $t_0 - t_n$. J'ai obtenu, par application de la formule,

$$\left(\frac{i_0}{i_n}\right)^m = \frac{t_0 - t_n + c}{c},$$

dans laquelle $m = 0,5936$, $c = 27,18$ pour le rapport $\frac{i_1}{i_0}$, et, par inspection de la courbe, pour les rapports $\frac{i_2}{i_0}$, $\frac{i_3}{i_0}$, $\frac{i_4}{i_0}$, des nombres qui sont les quatre premières puissances successives de valeurs très voisines, dont la valeur moyenne est 0,875. En admettant que ce coefficient d'absorption α est indépendant de l'intensité lumineuse, on doit, pour le coefficient d'absorption totale de la lumière, n étant le nombre des verres, calculer la valeur α^{2n}.

» L'interposition de ces verres offre l'avantage d'épargner, dans une certaine mesure, l'extrapolation de la formule (2). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dissociation de l'alun de chrome.* Note de MM. H. Baubigny et E. Péchard, présentée par M. Troost.

« Un fait, aujourd'hui bien établi, est la dissociation de nombreux composés salins, lorsqu'on les dissout. Parfois, la formation d'un produit

moins soluble, d'un sous-sel par exemple, ou un changement de couleur, permettent de reconnaître l'existence de cette dissociation.

» Souvent, elle est plus difficile à caractériser. Graham, en se basant sur les différences des vitesses de diffusion du sulfate de potasse et du sulfate d'alumine, a pu prouver celle de l'alun ordinaire. Déposant en effet, au fond d'un vase rempli d'eau, une solution de ce sel, il constata, au bout de quelque temps, par l'analyse du liquide supérieur, que les poids des deux sulfates n'y existaient pas dans le rapport correspondant à la composition de l'alun. Mais, comme toute chose s'égalise à la longue, le phénomène de dissociation ne peut être contrôlé par ce procédé que dans les premiers temps.

» Nous avons observé que, pour les aluns de chrome, ce fait de dissociation, très certainement général dans le cas des sels doubles, peut être démontré d'une façon plus nette encore. Ayant remarqué que l'alun ordinaire de chrome, après de nombreuses précipitations à l'alcool de sa solution aqueuse, présentait toujours une réaction acide, nous avons ajouté à 20^{cc} d'un liquide saturé, 300^{mgr} de gaz ammoniac; après agitation, il était neutre au méthylorange. Quelque temps après, la dissolution, qui avait pris une coloration verte par l'addition d'ammoniaque, laissait déposer des cristaux violets à réaction franchement acide et les eaux mères également étaient redevenues acides au méthylorange.

» Ce fait ne peut tenir qu'à une dissociation partielle du sel, et correspondant à un état d'équilibre tel, que la liqueur est finalement acide.

» Cette particularité est due au sulfate de chrome, car, ayant recommencé l'expérience avec ce sulfate simple, nous avons retrouvé pour ce composé un phénomène en tous points analogue.

» L'alun ordinaire et le sulfate d'alumine ne présentent pas la même propriété. Leurs solutions neutres au méthylorange le sont encore au bout de huit jours [1]. »

---

[1] Ces remarques sur l'alun de chrome ont été faites lors d'une étude sur l'efflorescence des sulfates et sur l'influence qu'exerce la présence de petites quantités d'acide sulfurique libre. Nous avons donné antérieurement, dans les *Comptes rendus*, t. CXV, p. 171, juillet 1892, un résumé de ce travail. A ce sujet, nous observerons que quelques erreurs de nombres s'étant glissées dans cette Note, nous renvoyons pour la rectification au Mémoire qui va être publié dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la température du maximum de densité des solutions aqueuses.* Note de M. L. DE COPPET, présentée par M. Friedel.

« Soit M le poids de substance dissoute dans 100^{gr} d'eau (substance supposée à l'état anhydre et non dissocié), C l'abaissement du point de congélation de l'eau, D l'abaissement de la température de son maximum de densité, et A le poids atomique de la substance dissoute.

» J'ai appelé autrefois [1] *coefficients d'abaissement* du point de congélation et de la température du maximum de densité les quotients $\frac{C}{M}$ et $\frac{D}{M}$. J'ai ensuite appelé *abaissements atomiques* du point de congélation et de la température du maximum (on dit aujourd'hui abaissement *moléculaire*) les produits $\frac{C}{M} \times A$ et $\frac{D}{M} \times A$. J'ai reconnu le premier, et j'ai vérifié sur un grand nombre de sels inorganiques et sur deux corps basiques (la potasse et la soude) la loi suivante : *Les substances de même genre et de même constitution ont sensiblement le même abaissement moléculaire du point de congélation.* Cette loi, vérifiée par M. F.-M. Raoult, a acquis, par suite des importants travaux de ce savant, une portée tout à fait générale.

» Despretz a déterminé [2] la température du maximum de densité de plusieurs solutions de sels inorganiques, de potasse caustique, d'acide sulfurique et d'alcool. Il a reconnu que l'abaissement de la température du maximum de densité au-dessous de 4° est à peu près proportionnel au poids de substance dissoute dans 100 parties d'eau. Cette loi, que l'on pourrait appeler la *loi de Despretz*, correspond à la *loi de Blagden* sur l'abaissement du point de congélation.

» L'étude des expériences de Despretz m'avait permis d'entrevoir autrefois qu'il existe, entre le coefficient d'abaissement de la température du maximum et le poids atomique de la substance dissoute, une relation analogue à celle que j'avais trouvée pour le point de congélation. Les résultats de mes propres expériences sur la température du maximum (quoique celles-ci soient encore incomplètes), joints aux observations de Despretz, me permettent maintenant d'affirmer que : *Les substances de constiution*

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXV et XXVI; 1871, 1872.
( ) *Annales de Chimie et de Physique*, t. V; 1839.

semblable (et quelquefois des substances de nature très différente) ont sensiblement le même abaissement moléculaire de la température du maximum de densité.

» Cette loi se vérifie dans les mêmes limites que la loi relative à l'abaissement du point de congélation. On sait, en effet, que le rapport $\frac{C}{M}$ n'est pas toujours constant quand M augmente, comme l'exige la loi de Blagden, mais qu'il est souvent croissant, quelquefois décroissant. Il en est de même du rapport $\frac{D}{M}$, et, circonstance à remarquer, $\frac{D}{M}$ est croissant quand $\frac{C}{M}$ est croissant, et décroissant quand $\frac{C}{M}$ l'est aussi. Je n'ai trouvé d'exception, jusqu'à présent, que pour l'alcool éthylique. Les mélanges d'eau et d'alcool se conforment à la loi de Blagden, mais le déplacement de leurs températures du maximum est tout à fait anormal.

» J'ai trouvé qu'il existe aussi une relation intéressante entre l'abaissement de congélation (C) et l'abaissement de la température du maximum de densité (D). Toutes les substances étudiées jusqu'à présent (à l'exception de l'alcool, et peut-être aussi de l'acide sulfurique) se divisent en trois groupes par rapport à la valeur du rapport $\frac{D}{C}$.

» Un premier groupe est formé par les substances qui abaissent la température du maximum de densité de l'eau *environ 4 fois* (en moyenne 4,0 fois) plus qu'elles n'abaissent son point de congélation. Ce groupe comprend jusqu'à présent la *potasse caustique, l'acide oxalique, les chlorures de sodium, de potassium et de calcium*, et l'*iodure de potassium*.

» Un second groupe comprend des substances qui, comme le *sucre* et les *carbonates et sulfates alcalins*, abaissent la température du maximum *7 à 8 fois* plus que la température de congélation.

» Enfin, pour un troisième groupe, qui n'a d'autre représentant, pour le moment, que le *sulfate de cuivre*, le rapport entre les deux abaissements est environ 11 *ou* 12.

» *On voit que les trois valeurs du rapport $\frac{D}{C}$ sont entre elles sensiblement comme* 1 : 2 : 3. »

CHIMIE. — *Sur quelques sels doubles de quinine.* Note de M. E. **Grimaux**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note présentée dernièrement à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 117), j'ai cherché à établir que, dans les sels basiques de quinine, l'acide est uni, non à l'azote du groupe quinoléique, mais à l'azote de l'autre groupe, probablement de nature pipéridique. Le quinine étant

$$C^9H^5(OCH^3)Az - CH^2 - C^9H^{14}OAz,$$

le sulfate basique, par exemple, serait représenté par la formule

$$\left.\begin{matrix} C^9H^5(OCH^3)Az - CH^2 - C^9H^{14}OAz \\ C^9H^5(OCH^3)Az - CH^2 - C^9H^{14}OAz \end{matrix}\right\rangle SO^4H^2.$$

» Il m'a semblé, par suite, que l'azote du groupe quinoléique pourrait aussi s'unir à un acide et former des sels doubles de quinine, à deux acides différents, sels qui n'ont pas été préparés jusqu'à présent.

» Les essais entrepris dans cette voie ont permis d'obtenir le chlorhydrosulfate, le bromhydrosulfate et l'iodhydrosulfate, ainsi que les phosphates correspondants.

» *Chlorhydrosulfate* $(C^{20}H^{22}Az^2O^2)^2, 2HCl, SO^4H^2, 3H^2O$. — On dissout 30 parties de sulfate de quinine basique cristallisé (1 molécule) dans $24^{cc},9$ d'acide chlorhydrique d'une densité de 1,050 (2 molécules). La dissolution se fait instantanément à froid; la liqueur abandonnée à l'évaporation spontanée dans l'air sec donne d'abord une couche gélatineuse qui se prend rapidement en une masse dure, formée de petites aiguilles agglomérées.

» Le sel, séché dans l'air sec, perd 3 molécules d'eau à 100°, ou par une exposition de cinq jours dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique [1].

» Ce sel est bien une espèce chimique et non un mélange; en effet, quand on abandonne, après sa préparation, la solution dans l'air sec et que l'on sépare des eaux mères la croûte cristalline qui se forme à la surface, celle-ci, après avoir été essorée

---

	I.	II.	III.	Calculé $3H^2O$.
[1] Eau perdue à 100°....	6,98	6,35	6,17	6,15

Analyse du sel séché à 100° ou dans le vide :

	I.	II.	III.	Calculé.
Acide sulfurique.........	11,48	12,07	»	11,96
Acide chlorhydrique....	8,94	8,78	9,13	8,91

sur la porcelaine et séchée à 100°, donne les mêmes chiffres à l'analyse que la masse totale (¹).

» Le chlorhydrosulfate de quinine est très soluble dans l'eau; à 25°, 1 partie de sel anhydre se dissout dans 1,16 parties d'eau. Il renferme pour 100 74,2 de quinine; le sulfate médicinal à $7H^2O$ en renferme 74,3.

» Le sel hydraté fond à 120° en un liquide ambré et se prend, par le refroidissement, en une masse gommeuse; anhydre, il fond en brunissant et d'une façon peu nette entre 165°-170°.

» Si l'on dissout le sulfate basique de quinine par une quantité d'acide chlorhydrique moitié moindre, on constate que la dissolution ne se fait qu'à l'ébullition et exige 5 parties d'eau; par le refroidissement, il se sépare une certaine quantité de sulfate basique, et la liqueur retient du chlorhydrosulfate; le sel, à une seule molécule d'acide chlorhydrique, ne paraît pas pouvoir exister ou, du moins, dans ses solutions, se dissocie en sulfate basique et chlorhydrosulfate.

» *Bromhydrosulfate* $(C^{20}H^{24}AzO^2)^2, 2HBr, SO^4H^2, 3H^2O$. — Ce sel se prépare comme le précédent, avec 30^gr de sulfate basique (1 molécule) et 21^cc d'acide bromhydrique d'une densité de 1,180 (2 molécules). Le sulfate se dissout instantanément avec un faible dégagement de chaleur et peu d'instants après se prend en une gelée qui se convertit rapidement en une masse dure et blanche formée de petites aiguilles.

» Après dessiccation dans l'air, ce sel renferme 3 molécules d'eau qu'il perd à 100°. Un échantillon a donné une perte d'eau correspondant à 4 molécules (²).

» Moins soluble que le chlorhydrosulfate, il exige, à l'état anhydre, 3,9 parties d'eau, à 22°.

» *Iodhydrosulfate*. — On le prépare avec 8^gr,90 de sulfate de quinine (1 molécule) 13^cc,2 d'acide iodhydrique d'une densité de 1,150 (2 molécules) et 20^cc d'eau; on opère la dissolution à 50°. Par refroidissement, il se sépare des masses gélatineuses au sein d'une eau mère.

(¹) Le dosage III d'acide chlorhydrique se rapporte à un échantillon ainsi préparé.

(²) Eau perdue à 100°

		Calculé.
		Calculé $3H^2O$.
I......	5,75	5,61
		Calculé $4H^2O$.
II.....	7,36	7,34

Analyse du sel desséché à 100° :

	Trouvé.		Calculé.
Acide sulfurique........	10,37	»	10,79
Acide bromhydrique.....	17,30	17,82	17,62

» Cette gelée ne tarde pas à se transformer en petits cristaux jaunes donnant une solution incolore. On peut le faire recristalliser dans l'eau bouillante, mais il se dissout en partie par l'action d'une grande quantité d'eau à l'ébullition.

» Par une exposition prolongée dans le vide sec ou à 100°, il perd son eau de cristallisation et prend une couleur havane. Abandonné à l'air, il s'hydrate et redevient jaune. Les dosages d'eau de cristallisation faits sur des échantillons différents portent à croire que ce sel forme deux hydrates, l'un avec $2H^2O$, l'autre avec $4H^2O$ (¹).

» Il est peu soluble dans l'eau; 1 partie de sel anhydre se dissout à 22°, dans $19^p,6$ d'eau.

» *Chlorhydrophosphate de quinine* $(C^{20}H^{24}A^2O^2)^2, 2HCl, PhO^4H^3, 9H^2O$. — Ce sel est cristallisé en petites aiguilles, assez solubles dans l'eau : le dosage d'eau a donné une quantité un peu supérieure à 9 molécules (²).

» Le *bromhydrophosphate* également bien cristallisé renferme 7 molécules d'eau (³).

» L'*iodhydrophosphate* se présente comme l'iodhydrosulfate sous forme d'une gelée qui se prend peu à peu en une masse de cristaux jaunes, renfermant 6 molécules d'eau (⁴). »

THERMOCHIMIE. — *Sur la valeur thermique des trois fonctions de l'acide orthophosphorique et sur sa constitution.* Note de M. DE FORCRAND.

« Les expériences bien connues de MM. Berthelot et Louguinine sur les chaleurs de neutralisation de l'acide orthophosphorique par la soude,

---

(¹) Perte d'eau à 100°

		Trouvé.	Calculé $2H^2O$.
Perte d'eau à 100°	I	3,44	3,47
		Trouvé.	Calculé $4H^2O$.
	I	6,45	6,70

Analyse du sel anhydre :

	Trouvé.	Calculé.
Acide sulfurique	9,89	9,78
Acide iodhydrique	25,37	25,55

		Trouvé.	Calculé pour $9H^2O$.
(²)	Perte d'eau à 100°	16,2	15,40

Analyse du sel anhydre :

		Calculé.
Acide chlorhydrique	8,05	8,90

		Trouvé.	Calculé pour $7H^2O$.
(³)	Perte d'eau à 100°	12,21	12,05

		Trouvé.	Calculé pour $6H^2O$.
(⁴)	Perte d'eau à 100°	9,5	9,72

en liqueurs étendues, ont fourni les nombres successifs : $+14^{Cal},70$, $+11,60$ et $+7,30$.

» A ces données, M. Joly a ajouté la chaleur de dissolution de l'orthophosphate trisodique anhydre ($+17^{Cal},40$), et MM. Pfaundler et Thomson celle de l'orthophosphate disodique anhydre, soit $+5,35$ (moyenne entre $+5,1$ et $+5,6$). J'ai complété ces nombres par la chaleur de dissolution de l'orthophosphate monosodique anhydre, qui est de $-0^{Cal},13$, à $+20°$.

» Dès lors j'ai pu dresser le tableau suivant :

		Cal
$PhO^5, 3HO$ sol. + Na sol. = H gaz + $PhO^5, NaO, 2HO$ sol...	+	60,60
$PhO^5, NaO, 2HO$ sol. + Na sol. = H gaz + $PhO^5, 2NaO, HO$ sol...	+	49,20
$PhO^5, 2NaO, HO$ sol. + Na sol. = H gaz + $PhO^5, 3NaO$ sol.......	+	38,33
$PhO^5, 3HO$ sol. + 3 Na sol. = H^3 gaz + $PhO^5, 3NaO$ sol.......	+	148,13

où les réactions sont rapportées à l'état solide et expriment directement la substitution métallique. On évite ainsi les complications apportées par la présence de l'eau, et les comparaisons sont plus rigoureuses que pour l'état dissous.

» Ce Tableau permet de formuler quelques conclusions :

» Un premier résultat, déjà acquis avant ma dernière détermination, c'est la valeur totale $+148,13$, qui donne la valeur moyenne $+49,38$.

» Ce nombre est très voisin de celui des acides acétique et benzoïque ($+50,17$ et $+49,27$), composés dont la fonction acide est bien nette. Déjà il rend peu probable l'hypothèse d'une ou deux fonctions comparables à celle des phénols, hypothèse indiquée par les chaleurs de neutralisation. Cependant, tant qu'on ne connaissait que la valeur moyenne $+49,38$ et la valeur extrême $+38,33$, laquelle est précisément très voisine de la valeur phénolique ($+39,00$), il était permis d'hésiter entre les trois constitutions suivantes :

» 1° Deux fonctions analogues à celles des phénols et une fonction acide, ce qui revient à admettre que la différence $148,13 - 38,33$, soit $109,80$, comprend d'une part une seconde valeur phénolique $38,33$ et une valeur acide $109,80 - 38,33$, soit $71,47$, qui serait celle d'un acide très énergique, supérieur même à l'acide azotique. Cette première hypothèse peut se mettre sous la forme

$$\left.\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right\rangle Ph^{III}-O-OH;$$

» 2° Une seule fonction phénolique et les deux autres, rendues plus acides par le voisinage d'un atome d'oxygène, c'est-à-dire que la valeur thermique de chacune de ces deux fonctions serait $\frac{109,80}{2} = 54,90$, c'est ce qu'exprime la notation

$$\mathrm{OH-Ph^{v}=O}\begin{cases}\mathrm{OH}\\ \\ \mathrm{OH}\end{cases};$$

» 3° Trois fonctions exactement pareilles et en réalité également acides. C'est la théorie du phosphoryle

$$(\mathrm{Ph^{v}O})\begin{cases}\mathrm{OH}\\ \mathrm{OH.}\\ \mathrm{OH}\end{cases}$$

» Les deux premières hypothèses doivent être écartées :

» La première, parce que les nombres observés + 49,20 et + 38,33 donnent une moyenne + 43,76 bien supérieure à + 39^{Cal}, valeur de la fonction phénol; le nombre + 49,20 indique que déjà la seconde fonction est plus acide qu'un phénol.

» La seconde, parce qu'elle suppose que deux des fonctions ont acquis une énergie plus grande parce qu'elles sont simplement au voisinage d'un atome d'oxygène; mais on ne comprendrait pas que ce seul fait pût porter leur valeur moyenne jusqu'à + 54^{Cal},90, nombre qui dépasse déjà celui que donnent la plupart des acides véritables.

» Cependant, la troisième hypothèse paraît en contradiction soit avec les chaleurs de neutralisation décroissantes, soit avec les nombres rapportés à l'état solide, lesquels décroissent aussi régulièrement. Mais, en réalité, cette contradiction peut très bien n'être qu'apparente, et je pense que cette hypothèse est seule acceptable. L'acide orthophosphorique est trois fois acide, et chacune de ses trois fonctions est parallèle aux autres. Leur valeur est la même et égale à + 49^{Cal},38. La molécule est *symétrique*, comme celle du glycol, de l'acide sulfurique, du pyrogallol $(\mathrm{C^6H^3})\begin{cases}\mathrm{OH}\\ \mathrm{OH}\\ \mathrm{OH}\end{cases}$ et de beaucoup d'autres composés à fonctions répétées, qui fournissent aussi des apparences analogues.

» Rappelons seulement les nombres fournis par le pyrogallol :

$$+41,34,\quad +39,09\quad \text{et}\quad +35,66,$$

dont les différences sont : + 2,25 et + 3,43, c'est-à-dire du même ordre; de même les différences 60,60 — 49,20 et 49,20 — 38,33 sont + 11,40 et + 10,87, presque identiques. Dans les deux cas, la troisième fonction *paraît* avoir une valeur voisine de celle d'une fonction moins acide : alcool pour le pyrogallol, phénol pour l'acide orthophosphorique. Cette apparence peut s'expliquer par des combinaisons intramoléculaires qui, successivement, se forment et se détruisent, suivant un mécanisme que j'ai déjà exposé, et sans qu'on puisse conclure à une dissymétrie.

» Remarquons encore que la seconde fonction de l'acide orthophosphorique donne + 49,20, très sensiblement la valeur moyenne + 49,38, le pyrogallol donnant de même + 39,09, très sensiblement la valeur moyenne + 38,70. Et il doit en être ainsi, s'il est vrai que la seconde substitution comprend en réalité trois phénomènes : destruction de la première combinaison intramoléculaire (effet thermique négatif), substitution métallique (effet positif), et enfin nouvelle combinaison intramoléculaire (effet négatif); les fonctions étant de même nature, le premier effet doit annuler sensiblement le dernier, et le nombre observé pour la seconde substitution doit mesurer exactement la valeur de substitution non-seulement pour la seconde, mais pour chacune des deux autres fonctions.

» Cette théorie me paraît donc s'appliquer aussi bien aux acides qu'aux alcools et aux phénols, lorsque les fonctions répétées sont voisines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation et les propriétés de la fibroïne.* Note de M. **Léo Vignon**.

« La soie grège obtenue par le dévidage des cocons du *Bombyx mori*, se compose essentiellement de deux parties séparables par différents réactifs. Industriellement, la séparation s'effectue par l'action des solutions aqueuses et bouillantes de savon; en moyenne, 100 parties de soie grège perdent, par ce traitement, 25 parties de grès ou gomme, et donnent 75 parties de soie dite décreusée, présentant au plus haut degré les qualités techniques de la soie.

» Les chimistes qui ont réalisé l'analyse immédiate de la soie grège ont obtenu des résultats ne concordant pas, dans le plus grand nombre des cas, avec les résultats industriels. Mülder a dénommé *fibroïne* la soie dépouillée de son grès par l'action de l'acide acétique bouillant. D'après ce chimiste, la soie renfermerait :

Fibroïne..................	53-54 pour 100.
Matières solubles.........	46-47 »

» Stædler a préparé la fibroïne en soumettant la soie à l'action d'une lessive de soude à 5 pour 100, s'exerçant à froid pendant dix-huit heures. Il obtint, dans ces conditions, 42-50 pour 100 d'une matière qu'il considère comme de la fibroïne pure.

» Cramer, par l'action de l'eau sous pression à 133°, obtint une fibroïne représentant 66 pour 100 de la soie employée.

» Francezau proposa de préparer la fibroïne en faisant agir sur la soie grège deux bains de savon bouillant, puis deux bains d'acide acétique à 8° : il obtint en moyenne 75 pour 100 de fibroïne.

» En présence de ces divergences, j'ai abordé l'étude de la préparation et des propriétés de la fibroïne pure. Voici mes résultats :

» *Préparation de la fibroïne.* — On prend un écheveau de soie grège blanche, pesant environ 10gr : on le traite à l'ébullition, en ayant soin de lisser fréquemment pendant trente minutes, par un bain formé de 150gr de savon blanc neutre et 1500cc d'eau distillée. La soie est ensuite tordue, rincée à l'eau distillée chaude, puis tiède, pour éliminer le savon. Après essorage, on la soumet à l'action d'un deuxième bain de savon composé comme le premier et agissant à l'ébullition pendant vingt minutes. Puis, la soie est soigneusement essorée; on la rince successivement dans 1l d'eau distillée bouillante, 1l d'eau distillée tiède, 1l d'eau distillée froide renfermant 10cc d'acide chlorhydrique pur à 22°. Finalement, on rince à l'eau distillée et l'on termine par deux lavages au moyen de l'alcool à 90°. On obtient, dans ces conditions, en moyenne, 75 pour 100 de soie très blanche, très brillante, souple, tenace et élastique : cette matière doit être envisagée comme la *fibroïne*.

» Sa densité est très voisine de 1,34. Sa composition centésimale moyenne est :

C	48,3
H	6,5
Az	19,2
O	26
	100,0

» La fibroïne renferme une proportion de matières minérales beaucoup plus faible que celle de la soie. Les cendres de la soie étant 0,80 pour 100 environ, la fibroïne n'en contient que 0,01 pour 100 en moyenne.

» Dissoute dans l'acide chlorhydrique concentré, la fibroïne agit sur la lumière polarisée et se montre fortement lévogyre.

» L'action de l'acide chlorhydrique à 22° sur la fibroïne est particulièrement remarquable : si à une certaine quantité d'acide chlorhydrique on ajoute de la fibroïne, on constate d'abord qu'il y a dissolution rapide à froid; puis, si l'on augmente peu à peu la quantité de fibroïne, on obtient une masse visqueuse, transparente, tout à fait sem-

blable à la soie dans la glande du ver : la fibroïne a subi une véritable décoagulation.

» Par l'action de l'alcool à 95°, la fibroïne est précipitée de ses solutions chlorhydriques, elle prend l'état coagulé; elle se présente alors sous forme de grumeaux, semblables à la silice gélatineuse, prenant, par la dessiccation à la température ordinaire, l'aspect de l'albumine sèche. En cet état, elle a perdu son éclat, mais en conservant sa composition, sa densité, son action sur la lumière polarisée et son pouvoir absorbant pour les matières colorantes. »

BOTANIQUE. — *Du rétablissement de la forme dite* sporangiale *chez les Diatomacées.* Note de M. P. MIQUEL, présentée par M. Schützenberger.

« Quand on sème, dans une macération stérilisée et convenablement nutritifiée, un frustule unique d'une Diatomée vivant à l'état dissocié, on constate que les cellules-filles qui naissent de cette cellule-mère possèdent des tailles de grandeur trés variée. En mesurant les frustules d'une semblable culture, on trouve que les chiffres qui représentent les Diatomées de même taille sont, à peu près, entre eux comme les termes de l'expression développée $(1+1)^n$, dans laquelle n exprime le nombre des générations successives.

» En prélevant, de cette première culture, quelques frustules de taille moyenne et en les portant dans une seconde macération, on obtient une seconde culture dans laquelle la taille des cellules moyennes diffère, suivant les espèces, de quelques dixièmes de μ à quelques μ de la longueur des Diatomées ensemencées. En poursuivant ainsi ces sortes de cultures, on amène les Diatomées à posséder des dimensions très réduites, et l'on ne tarde pas à assister aux phénomènes qui accompagnent le rétablissement de la forme dite *sporangiale*. Si les Phéophycées siliceuses sont associées en chaînes d'articles, on transporte des filaments, de plus en plus petits, dans des macérations neuves stérilisées et l'on provoque de même, très aisément, la formation des cellules auxosporiennes.

» J'ai suivi le rétablissement de la forme maximum chez les Mélosirées et les Nitzschiées :

» Chez le *Melosira nummuloïdes,* le protoplasma de l'article appelé à donner le frustule dit *sporangial,* augmente de volume, repousse les valves cylindro-sphériques qui le contiennent, et qu'il abandonne lentement pour former à l'extérieur une masse à peu près sphérique, dont l'enveloppe se silicifie promptement. Cette cellule de nouvelle formation engendre bientôt, par division, des individus semblables à elle, et donne un chapelet d'articles, d'un diamètre double environ de celui du frustule cylindro-sphérique générateur.

» Les cellules du *Melosira varians* arrivées à une taille suffisamment réduite donnent également de nombreuses sphères, mais d'un diamètre supérieur au double diamètre des frustules générateurs. Ces grosses cellules arrivées à maturité s'isolent des chaînes, s'enveloppent d'une membrane épaisse où la vie de la Diatomée est ralentie. Suivant toute vraisemblance, ces sphères constituent les spores ou les sporanges du *Melosira varians*. Je n'ai pu assister encore à leur évolution.

» Chez le *Cyclotella comta*, le protoplasme, en augmentant de volume, écarte les deux valves cylindriques emboitées l'une dans l'autre, s'épanche à l'extérieur sous la forme d'une masse discoïde assez régulière, dont l'axe est perpendiculaire à celui du petit frustule. La membrane qui contient le protoplasme se silicifie puis, au bout de quelques déduplications, le grand Cyclotelle de nouvelle formation devient parfaitement circulaire.

» La *Nitzchia palea* se prête encore mieux que les espèces précédentes à l'étude du rétablissement de la forme maximum chez les Diatomacées.

» Quand les frustules naviculés de cette espèce ont décrû jusqu'à 28^{μ} à 30^{μ}, le protoplasme qu'ils recouvrent se gonfle considérablement, surtout au voisinage du noyau; sous l'action de cette augmentation de volume, les valves s'entr'ouvrent, presque toujours à une extrémité seulement, le thalle extérieur de la Diatomée se déchire pour donner issue au contenu de la cellule qui grossit et s'allonge suivant le grand axe de la Nitzschie, à la fois des deux côtés opposés du noyau. Ce corps jaunâtre, de 65^{μ} à 70^{μ} de long, pourvu de globules huileux et porteur des lames d'endochrome des Nitzschies, est très irrégulier de forme : il a l'aspect d'un boudin arrondi aux deux extrémités et renflé au centre; il peut être bosselé, étranglé, arqué, grossièrement sigmé, etc., mais, particularité curieuse, il s'anime et parcourt la macération dès sa maturité, en entraînant souvent avec lui les deux petites valves de la Diatomée qui lui a donné naissance. L'enveloppe de cette nouvelle et grande Nitzschie se charge très prématurément de silice et se recouvre des stries et des points carénaux qui caractérisent l'espèce; enfin, c'est par le cloisonnement de plus en plus rectiligne et la bipartition que la forme de cette espèce plus ou moins monstrueuse se régularise.

» Dans une culture de 10^{cc} de volume, on peut compter plusieurs millions de cellules semblables à celles dont il vient d'être parlé.

» En résumé, le rétablissement de la forme maximum chez les Diatomacées s'accomplit, ordinairement, de la façon la plus simple : le protoplasme des cellules de taille minimum se gonfle, écarte les frustules, s'échappe à l'extérieur, entouré d'une membrane de cellulose dont l'existence peut être, à tout âge, dévoilée par les réactifs. La cellule ainsi formée rappelle souvent d'une façon très lointaine la Diatomée qui lui a donné naissance; son enveloppe se silicifie très rapidement et s'orne des sculptures qui caractérisent le genre et l'espèce; c'est par des divisions subséquentes rectificatives que ces frustules de taille maximum reprennent leur régularité et leur élégance.

» Le phénomène du rétablissement de la forme maximum ne paraît pas être précédé d'un acte de fécondation; il n'est pas non plus, du moins

habituellement, l'œuvre d'une conjugaison. Si quelques Diatomées donnent des spores, des auxospores ou des sporanges, ce fait n'est pas constant, car le rétablissement de la taille s'effectue habituellement sans emprunter cette forme spéciale de végétation. Enfin le microscope ne permet pas de distinguer aisément cette glue ou cette gélatine au sein de laquelle, d'après quelques observateurs, germeraient les Diatomées.

» Les méthodes de culture que je viens d'indiquer permettent aux observateurs d'obtenir à volonté et en aussi grand nombre qu'ils le désirent des Diatomées de forme rétablie, et d'assister sous le microscope aux diverses phases qui précèdent ce rétablissement.

» Dans une prochaine Note, j'indiquerai les procédés qui permettent d'amener les Diatomées les plus régulières aux formes les plus bizarres, en provoquant chez elles des déduplications anormales. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Hématozoaires des Vertébrés à sang froid* (1).
Note de M. **Alphonse Labbé**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En dehors des Flagellés (*Trypanosoma, Hexamitus*) et du *Cytamœba ranarum* (voir plus loin) les Protozoaires parasites du sang des Vertébrés à sang froid appartiennent au groupe des *Drepanidium*. Je conserve ce nom de *Drepanidium* comme étant le plus ancien, de préférence à ceux d'*Hemogregarina* ou d'*Hemococcidium*.

» Ce groupe des *Drepanidium* renferme jusqu'à présent les espèces suivantes :

» *a. Drepanidium ranarum* (2). Ray Lankester. Sang de *Rana esculenta*.

» *b. D. Krusei*, n. sp. Même habitat que le précédent; paraît être spécial aux Grenouilles italiennes.

» *c. D. Stepanowi*. Danilevsky. Sang de *Cistudo europæa*.

» *d. D. Danilewskii*, n. sp. Sang de *Lacerta viridis* et de *L. agilis*.

» Les *Drepanidium* sont des Sporozoaires de *forme bien déterminée* ayant une grande ressemblance avec de petites grégarines. Ils sont toujours intraglobulaires jusqu'à l'âge adulte, habitent surtout les hématies, mais souvent les leucocytes, les cellules du foie, de la rate et de la moelle des

(1) Travail du laboratoire de Zoologie expérimentale de la Sorbonne.

(2) V. Labbé, *Sur les Hématozoaires de la Grenouille* (*Comptes rendus*, 12 octobre, 1891).

os. Les jeunes stades sont immobiles; mais les adultes sont généralement très mobiles, très contractiles, et libres dans le sérum.

» J'ai observé la conjugaison chez *D. ranarum* (*loc. cit.*). Généralement, ils n'ont pas d'action nocive sur le globule, en ce sens qu'ils ne réduisent pas l'hémoglobine en mélanine comme le *Plasmodium malariæ;* mais l'action mécanique de leur croissance, de leur entrée dans le globule ou de leur sortie peut détruire l'hématie. Les formes adultes s'enkystent dans les globules rouges ou plus rarement dans les cellules des organes hématopoiétiques précédemment cités; ils y forment des kystes ronds ou ovalaires, *cytocystes grégariniques*, qui, par division du protoplasme, se transforment en masses mûriformes; chaque partie de la morula donne ensuite une spore, qui ici représente un *sporozoïte;* ce sporozoïte ressemble entièrement aux plus jeunes *Drepanidium* intra-globulaires. Danilewsky chez les Tortues, Pfeiffer chez les Lézards avaient déjà signalé ces *cytocystes* que j'ai pu retrouver chez les Grenouilles : les cytocystes de *D. ranarum* sont très analogues à ceux des autres espèces de *Drepanidium.*

» En résumé, les cytozoaires actuellement connus des Vertébrés à sang froid sont entièrement comparables les uns aux autres.

» Je n'ai pu trouver de cytozoaires semblables dans le sang des Poissons, où ils existent pourtant probablement.

» Il est fort possible, bien que je ne puisse pas encore l'affirmer avec certitude, que les formes *mobiles libres* (*Pseudovermiculi, pro parte*) des hématozoaires des Oiseaux (je ne parle pas ici des formes *en croissant immobile* des oiseaux et de la malaria de l'homme) ne soient autre chose que des *Drepanidium;* ainsi s'expliqueraient les cytocystes trouvés par Danilevski et Pfeiffer dans les organes hématopoiétiques des oiseaux, cytocystes qui ne seraient que les stades de sporulation de ces *Drepanidium;* ainsi s'expliquerait ce fait qu'on ne les trouve que « dans l'affection chronique » sans état fébricitant manifeste ([1]). »

» Dans ce cas, il faudrait séparer ces formes des vrais parasites de la malaria des Oiseaux avec lesquels ils sont confondus, pour les rapprocher des *Drepanidium* et les distinguer des formes dites *en croissant* de la malaria de l'Homme et des Oiseaux, qui *certainement ne sont pas les homologues des* Drepanidium, *mais leur sont seulement analogues.*

» Bien des opinions ont été émises sur la place à attribuer aux *Drepa-*

([1]) Danilevsky, *Étude de la microbiose malarique* (*Ann. de l'Institut Pasteur*, p. 19; 1891).

nidium. D'une grégarine ils ont la *phase libre* entre le stade intracellulaire et le stade de sporocyste, et de plus *la conjugaison*, qui n'existe vraisemblablement pas seulement chez *D. ranarum*. Mais jamais une grégarine ne présente de stade de *sporocyste intracellulaire*, et c'est des *Coccidies* à développement simple (*Eimeria*, par exemple) que semblent plutôt se rapprocher les *Drepanidium*. Néanmoins, les caractères différentiels sont assez importants pour légitimer en leur faveur la création d'un groupe auquel convient parfaitement le nom d'*Hémosporidies*.

» Je sépare complètement des Hémosporidies les parasites de la malaria de l'Homme et des Oiseaux, que je classerai plus volontiers entre les Rhizopodes et les Sporozoaires.

» C'est à ce deuxième groupe d'Hématozoaires que je rattacherais sous le nom de *Cytamœba ranarum*, un Hémamibe déjà signalé chez la Grenouille et que tous les auteurs, sauf Grassi et Feletti, introduisent dans le cycle évolutif du *Drepanidium ranarum*. Celli et San Felice (*V. Forschritte der Medicin*, 1891), qui attribuent au premier le stade de sporulation de l'autre, s'étonnent pourtant de ce que, puisque le *Drepanidium* de la Grenouille, est si semblable à celui de la tortue, la sporulation soit si différente. C'est un amibe intraglobulaire (rarement libre dans le sérum) dont les plus petits individus ressemblent à des pseudo-navicelles. L'amibe est souvent de grande taille, se déplace agilement dans l'hématie en émettant des pseudopodes, refoule le noyau, prend une forme ronde et finit par subir une segmentation soit en rosette, soit de forme irrégulière (comme dans la Malaria). On peut voir les débuts de cette sporulation en observant les formes rondes assez fréquentes chez les grenouilles infectées. Ce Cytamœba renferme souvent comme parasites des Bactéries, qu'on peut considérer comme homologues des Pseudospirilles observés chez les Oiseaux. Peut-être faut-il y rattacher le *Polimitus* que j'ai décrit (voir *loc. cit.*). L'ensemble de cette description du Cytamœba est très semblable à celle qu'on pourrait faire des hématozoaires des oiseaux ou de l'homme et montre que le *Cytamœba ranarum* est voisin du *Plasmodium malariæ*.

» On peut démontrer expérimentalement que le *Drepanidium ranarum* et le *Cytamœba* appartiennent à des groupes différents. Si l'on injecte une grenouille non infestée avec du sang d'une grenouille infestée uniquement de Cytamœba, on trouve au bout de quelques jours des Cytamœba dans le sang, sans avoir donné naissance à un seul Drepanidium. C'est la contre-

épreuve des expériences de *Grassi* et *Feletti* [1] dont les résultats sur ce point sont d'accord avec les miens. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence des lumières colorées sur le développement des animaux*. Note de M. E. YUNG, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Tout organisme, depuis le moment de son extérioration à l'état d'œuf ou de graine, jusqu'à sa mort, est soumis à l'action du milieu physico-chimique dans lequel il évolue. La science a un intérêt majeur à connaître quelle est la part de chaque élément du milieu, dans cette action. A plusieurs reprises déjà, j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie de recherches entreprises dans ce but et, notamment, d'expériences relatives à l'influence des divers rayons du spectre solaire sur le développement des animaux aquatiques.

» Dès 1778 [2], j'étais conduit à signaler la région la plus réfrangible du spectre et, en particulier, les rayons bleus et violets, comme accélérateurs du développement des œufs et des larves de *Lymnœus stagnalis*, *Salmo trutta*, *Rana esculenta* et *temporaria*, pendant que les rayons rouges le retardent et que les rayons verts l'arrêtent. C'est, d'ailleurs, un fait d'observation générale, que la mortalité augmente chez les animaux d'un aquarium lorsque les parois de celui-ci se couvrent de végétations vertes.

» Ces premiers résultats furent confirmés par plusieurs observateurs et, en 1880 par moi-même [3], en opérant sur des pontes de *Loligo vulgaris*, *Sepia officinalis* et *Ciona intestinalis*, élevées dans des vases ne laissant pénétrer à leur intérieur que de la lumière filtrée à travers des solutions colorées. Toutefois, il fut constaté que la lumière verte, pour défavorable qu'elle se montrât, n'arrêtait pas entièrement l'évolution de ces animaux.

» Depuis lors, j'ai multiplié les expériences, en essayant de préciser le rôle des divers rayons thermiques, lumineux et chimiques dans la production du phénomène. Les conclusions en seront communiquées ultérieurement à l'Académie, mais je tiens à lui signaler dès maintenant le fait que

---

(1) GRASSI et FELETTI, *Weiteres zur Malariafrage. Centralblalt f. B. u. P.*, X, 1891.

(2) Voir E. YUNG, *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 998.

(3) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 440.

les animaux présentant des cas de symbiose font exception à la règle que j'avais posée en 1882.

» Mon attention avait été portée sur ce fait, lors d'expériences inachevées, entreprises au laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff (de M. de Lacaze-Duthiers), sur les petites Planaires vertes (*Convoluta Schultzii*), si abondantes sur la grève voisine. Je m'étais assuré, alors, que la lumière violette ne leur convenait pas mieux que la lumière verte.

» Des recherches récentes, faites sur l'Hydre d'eau douce (*Hydra viridis*) élevée comparativement dans des vases éclairés, à travers des solutions mixtes de permanganate et de bichromate de potasse, ne laissant passer que le rouge; de sulfate ammoniacal de cuivre et de bichromate de potasse, ne laissant passer que le vert, et à travers une solution alcoolique de la couleur d'aniline dite *violet de Parme*, laissant passer les rayons violets et une partie des rayons bleus, m'ont montré que ces Polypes, sensibles aux diverses radiations, se développent plus vite et plus abondamment à la lumière rouge qu'à la lumière blanche. Cette dernière leur est plus avantageuse que la lumière verte et surtout que la lumière violette. L'obscurité est fatale à leur développement. »

ZOOLOGIE. — *Sur le mode de fixation des larves parasites hexapodes des Acariens.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« On sait que certains Acariens, à l'état de larves hexapodes, vivent en parasites fixés sur divers Articulés. Ainsi, pour ne parler que des Acariens terrestres, des larves de Trombidiides s'attachent à des Coléoptères, des Hémiptères et surtout à une Arachnide, le Faucheur commun (*Phalangium opilio*), où l'on peut en observer jusqu'à une vingtaine sur le même individu.

» Ces parasites sont implantés par l'extrémité du rostre, qui a perforé la cuirasse chitineuse du parasitifère, pour mettre en rapport leur bouche avec l'hémalymphe, dont ils se nourrissent. Le jeune Acarien paraît demeurer attaché au même point des téguments pendant toute la durée de sa vie larvaire. En examinant un grand nombre de ces parasites, j'ai reconnu deux modes différents de fixation.

» Dans des larves vivant sur un Coléoptère, la *Lagria hirta*, et sur le *Phalangium opilio*, le rostre, de conformation normale, est armé de deux mandibules en forme de crochets, qui perforent l'enveloppe chitineuse du parasitifère, et permettent à l'animal de s'y maintenir solidement pendant toute la durée de sa phase hexapode.

» Dans une larve appartenant à une espèce différente et qui n'est pas rare sur le *Miris viridis*, ainsi que sur diverses Araignées des champs, le mode de fixation m'a présenté des particularités qui me semblent avoir échappé à l'attention des naturalistes.

» Quand on détache la portion des téguments sur laquelle la larve est implantée, en enlevant en même temps les tissus sous-jacents, on reconnaît que le rostre, en dedans de l'ouverture circulaire dans laquelle il est engagé, se prolonge en une sorte de trompe irrégulièrement ramifiée, dont les branches s'insinuent au milieu des tissus sous-tégumentaires. Les parois de ce tube rameux sont épaisses et transparentes. Chacune de ses ramifications, d'inégale longueur, se termine par une ventouse, en forme de bouton percé à son centre.

» Il existe alors, chez cette larve, une disposition de l'appareil préhenseur des matières alibiles, rappelant, morphologiquement au moins, les bouches multiples des Méduses du groupe des Rhizostomes.

» On ne peut s'empêcher non plus, en présence de cette singulière conformation, de se remettre en mémoire certains Crustacés, bizarrement modifiés par la vie parasitaire, les Sacculines, que l'on rencontre sous l'abdomen des Crabes.

» La Sacculine, sous sa forme sexuée, emprunte sa nourriture au Crabe au moyen de tubes d'une grande longueur qui enlacent d'un réseau très complexe tous les organes de sa victime, sauf le cœur et les branchies. J'ai proposé jadis de désigner ces tubes, en rapport avec l'appareil nourricier, sous le nom de *stomatorhizes*.

» On retrouve chez les larves de certains Acariens un appareil qui, avec un développement beaucoup moindre, n'est pas sans analogie avec les stomatorhizes des Sacculines. Seulement, chez les larves acariennes, l'hémalymphe du parasitifère passe directement dans les stomatorhizes ouverts à leur extrémité, tandis que, chez les Sacculines, les tubes sont clos et pourvus d'un organe énigmatique que j'ai nommé *organe lagéniforme*.

» Dans les deux cas, l'hémalymphe n'est pas utilisée en nature pour la nutrition du parasite; elle doit, au préalable, subir une digestion. Chez la larve acarienne à stomatorhizes, cette digestion s'effectue dans un estomac semblable en tous points à celui des larves, dont la bouche ne présente point de conformation exceptionnelle.

» Je ne puis fournir aucune lumière sur l'homologie de l'organe singulier que je viens de décrire. »

PALÉONTOLOGIE. — *La caverne de Brassempouy.* Note de M. **Édouard Piette**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La petite grotte de Brassempouy, découverte par M. Dubalen, fouillée en partie par lui et M. de Laporterie, s'ouvre dans les pentes d'un coteau boisé, à quelques mètres d'un ruisseau. Elle est le carrefour où se joignent plusieurs corridors, anciens conducteurs des eaux pluviales, qui remontent dans la colline et aboutissent aux fonds d'entonnoirs ouverts à la surface du sol. Elle a été habitée aux époques de Solutré et de la Madelaine.

» Devant son entrée, s'étendent des amoncellements d'ossements brisés et de silex taillés; à gauche, sous de grosses pierres, vestiges d'un abri ruiné, on trouve de nombreux silex semblables à ceux de Solutré. Les belles pointes n'y sont pas rares. Les animaux dont on y découvre les ossements sont : le Mammouth, l'Éléphant indien, deux espèces de Rhinocéros, dont la plus abondante est le *Rhinoceros tichorhinus*, l'Auroch, le Cheval en quantité considérable, le *Cervus elaphus,* la *Hyenea crocuta*.

» A droite, les amas présentent d'autres caractères : leurs silex très nombreux ont les formes magdalénéennes; et l'on y recueille des sculptures en ivoire. Les ossements de chevaux forment encore la masse principale du conglomérat; avec eux, sont des os de Mammouth, de *Rhinoceros tichorhinus,* d'Auroch, de *Cervus elaphus,* des dents de Lion des cavernes, d'Ours de grande taille et des mâchoires de Panthère. La présence du Renne est contestable : je n'ai vu que deux dents qui puissent y être rapportées; et encore cette détermination est-elle critiquable.

» Il est intéressant de savoir qu'à l'époque de Solutré, le Mammouth, hôte des pays froids, et l'Éléphant indien, habitant des régions chaudes, ont vécu côte à côte à Brassempouy. Peut-être faut-il expliquer leur coexistence dans ce pays par l'influence du climat maritime, qui se faisait sans doute alors sentir jusque dans la Chalosse.

» L'absence ou la rareté du Renne, dans des amas équidiens de l'époque magdalénienne, est un fait non moins remarquable. Elle a forcé l'homme à employer l'ivoire pour la sculpture. De là un type nouveau de gisement, à la base de ces amas : le type éburnéen. Le Renne prospérait dans les Pyrénées, mais le versant français était l'extrême limite, vers le sud, de l'aire qu'il occupait; les plaines de la Garonne et de l'Adour étaient sans

doute alors trop chaudes pour lui en été, et la chaleur humide des régions voisines de la mer lui étaient favorables en tout temps. Les ossements de Panthère et de Lion qu'on trouve dans presque toutes les stations, à la base des amoncellements magdaléniens, prouvent qu'à cette époque le climat du pays de Gaule, sec sans excès, était loin d'être rigoureux. Il s'est peu à peu refroidi, pendant la durée du temps où se sont formés les amas équidiens, jusqu'aux temps où les ossements de Renne ont remplacé par leur abondance les ossements de Chevaux, devenus plus rares dans les conglomérats. Alors, à la sécheresse des saisons, succédèrent une humidité froide, puis des pluies fréquentes et de nombreuses inondations qui signalèrent la fin des temps quaternaires.

» La grotte a été habitée en même temps que les abris qui la prolongeaient à droite et à gauche ; mais elle paraît avoir été plusieurs fois vidée, soit par l'irruption des eaux amenées par les corridors actuellement encombrés du lœss emprunté au revêtement du coteau, soit plus probablement par le fait des hommes. Elle ne renfermait plus qu'un lambeau contemporain des amas de Solutré, un foyer de conglomérat équidien avec sculptures en ivoire, et deux foyers coniques plus récents, avec ossements de Renne, sculptures en relief sur os et sur bois de Renne, gravures sur os, navette en bois de Cerf.

» Une représentation de tête d'Équidé, avec chevêtre découpée dans un os plat, date ces foyers coniques de la partie supérieure des amas équidiens, ou de la partie inférieure des amas cervidiens. L'absence d'aiguilles et de harpons, qui n'ont été inventés qu'aux temps cervidiens, semblent indiquer que ces foyers coniques ont été formés à la fin des temps équidiens. Les conglomérats cervidiens feraient défaut dans cette station. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte d'un squelette d'*Elephas meridionalis *dans les cendres basaltiques du volcan de Senèze (Haute-Loire)*. Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry (extrait).

« ... A 10^{km} au sud-est de Brioude, non loin de la station du chemin de fer de Frugières-le-Pin, au fond d'un cirque formé par des collines gnémiques, se trouve le village de Senèze. Le sommet et les flancs de la partie occidentale de ce cirque sont occupés par les ruines d'un petit volcan. Ce sont des matières de projection, bombes, lapillis, cendres basaltiques, plus ou moins agglutinés et plus ou moins remaniés par les orages volcaniques. De ces amas de projection, parfaitement stratifiées, partent

deux coulées qui descendent assez bas, l'une dans la vallée de l'Allier, l'autre dans la vallée de la Sénonire.

» M. Henry Mosnier m'avait signalé la présence d'ossements fossiles dans les terrains volcaniques de Senèze. Dans une première excursion, que je fis, avec MM. Paul le Blanc, Vernière et Henry Mosnier, je recueillis un certain nombre de débris d'*Equus Stenonis*, de *Bos elatus*, de *Rhinoceros*, d'*Hyæna*, des bois de plusieurs espèces de Cervidés et des morceaux d'un énorme Proboscidien. Ces ossements se trouvaient enfouis et disséminés au milieu de cendres volcaniques ravinées par les pluies d'orage. Quant aux os de Proboscidien, ils provenaient d'un champ cultivé et ils avaient été ramenés au jour par le soc des charrues.

» M. Albert Gaudry ayant bien voulu se rendre à Senèze avec moi, une fouille fut préparée....

» Au milieu du champ, le sol formait une protubérance arrondie comme un tumulus. Les premiers coups de pioche donnés au milieu de cette protubérance mirent à découvert quelques ossements de très grande dimension. A notre arrivée, M. Gaudry et moi nous reconnûmes les restes d'un grand Proboscidien, un humérus mesurant $1^{m},20$ de longueur, des vertèbres dorsales, des côtes et une énorme défense tombant en miettes.

» Le tumulus devait évidemment son origine à la présence de cet énorme squelette, qui avait permis aux cendres volcaniques de résister plus longtemps à l'entraînement par les eaux. Nous fîmes continuer les fouilles sous nos yeux; la colonne vertébrale servant à nous guider, nous mîmes successivement à découvert la ceinture scapulaire, les vertèbres cervicales et les condyles occipitaux. Le crâne se trouva défoncé, brisé en mille morceaux, ce qui s'explique par la faible profondeur (quelques centimètres) à laquelle il se trouvait. Les dents, admirablement conservées, furent extraites avec soin et nous permirent de reconnaître un *Elephas meridionalis*.

» Certains os du squelette n'avaient pas conservé exactement leurs connexions anatomiques; une défense, par exemple, se trouvait assez loin de la tête et à l'opposé de celle-ci. Il est donc possible que le cadavre gisait sur le sol depuis un certain temps et était même complètement décharné, quand tomba la pluie de cendres qui devait le conserver.

» Cette découverte rappelle celle de l'Éléphant de Durfort, dont le squelette se trouve dans les galeries de Paléontologie du Muséum [1]. Les

---

[1] J'ai envoyé au Muséum de Paris la dentition complète de l'Éléphant de Senèze. Le reste du squelette sera probablement conservé dans les collections locales.

deux fossiles présentent de notables différences. L'Éléphant de Durfort se rapproche beaucoup, par sa dentition, d'une espèce qu'on trouve dans le Quaternaire ancien des environs de Paris, à Chelles, par exemple, et qui est elle-même voisine de l'*Elephas antiquus*. Les lames d'émail de ses molaires sont plus fines et plus rapprochées que dans l'Éléphant de Senèze. Celui-ci les a beaucoup plus larges, plus écartées; il a conservé, comme les Éléphants de Siwalicks, certains caractères des Mastodontes. L'Éléphant de Senèze représente un type plus ancien que l'Éléphant de Durfort. Il ressemble à l'*Elephas meridionalis* du *crag* anglais, tandis que celui de Durfort rappelle l'*Elephas meridionalis* du *Forest-bed*.

» L'étude des ossements fossiles de Senèze confirme les observations que j'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie, relativement à l'âge des volcans basaltiques de la vallée de l'Allier. Jusqu'à ces dernières années, on n'avait aucune notion précise sur l'âge de ces petits volcans isolés au milieu des gneiss. Les géologues, se fondant sur des caractères topographiques, avaient cru devoir les considérer comme quaternaires. Or chacun de ces volcans est une sorte de Pompéi où ont été conservés les débris contemporains de leurs éruptions. Les uns, comme ceux du Coupet et de Chilhac, étaient en activité à l'époque où vivaient le *Mastodon arvernensis* et d'autres Mammifères caractéristiques du Pliocène moyen. D'autres, comme celui de Senèze, sont un peu plus récents, car ils datent de l'époque où l'*Elephas meridionalis* avait remplacé dans nos pays les Mastodontes. A cette époque, le creusement de la vallée de l'Allier et des vallées affluentes était à peu près terminé et les environs de Brioude avaient acquis les principaux traits du relief actuel. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les empreintes du sondage de Douvres.* Note de M. R. Zeiller, présentée par M. Daubrée.

« On sait que le sondage entrepris à Douvres par la Compagnie du tunnel sous-marin, à l'instigation et sous la direction de M. Fr. Brady, ingénieur de cette Compagnie, a atteint le terrain houiller à 1157 pieds (352^m) de profondeur et y a reconnu, jusqu'à une profondeur totale de 1930 pieds (588^m), dix couches de charbon, dont huit mesurant plus d'un pied d'épaisseur (¹). Ces couches sont presque exactement horizon-

(¹) Fr. Brady, *Dover coal boring*. E. Lorieux, *Le sondage de Douvres* (*Annales des Mines*, 8ᵉ livraison, p. 227-232; 1892).

tales, ce qui porte M. Brady à penser qu'on se trouve là dans la région centrale du bassin.

» La houille dont elles sont formées renferme, d'après une analyse qu'en a fait faire M. Watteyne, Ingénieur principal des Mines de Belgique, 25 pour 100 de matières volatiles et ressemble, par sa composition, d'une part aux charbons gras du Pas-de-Calais, d'autre part à ceux du pays de Galles. Malgré l'analogie de quelques-uns des grès rencontrés dans le sondage avec ceux de la région la plus inférieure du terrain houiller de Belgique, M. Watteyne repousse, en raison de la haute teneur de ces houilles en matières volatiles, l'idée qu'on ait affaire là à la base de la formation; de son côté M. Brady est porté à voir, dans le système traversé par le sondage, de Douvres, l'équivalent de tout ou partie de la division supérieure du bassin du Somerset, c'est-à-dire des couches de Farrington et de Radstock.

» Toutefois, la teneur d'une houille en matières volatiles ne constituant nullement un criterium absolu pour la détermination du niveau, ces opinions ne pouvaient, jusqu'à plus ample informé, être acceptées que sous réserve; mais il était permis d'espérer que, parmi les empreintes végétales recueillies au cours du sondage, il se rencontrerait des espèces susceptibles de fournir, sur cette importante question, des indications plus précises. Ces empreintes m'ayant été envoyées en communication, grâce à l'obligeant intermédiaire de M. L. Breton, ingénieur-directeur des travaux de la Compagnie du tunnel à Calais, et à la gracieuse amabilité de M. Brady, j'ai pu, en effet, reconnaître parmi elles des Fougères qui ne se montrent qu'entre des niveaux bien déterminés du terrain houiller et qui sont, par conséquent, de nature à résoudre le problème ou, du moins, à en resserrer la solution entre des limites fort étroites.

» Les niveaux d'où proviennent ces empreintes sont ceux de 1894′ (577^{m}) au-dessous de la surface du sol, de 1900′ (579^{m}), et de 2038′ (621^{m}), le sondage se continuant et ayant atteint actuellement, d'après ce que m'écrit M. Brady, la profondeur de 2100′ (640^{m}). J'ai reconnu les espèces suivantes :

» Niveau de 1894′. — Un fragment de penne de Fougère à pinnules dentées, à nervation se rapprochant du type odontoptéroïde, que je suis porté à ranger dans le genre *Mariopteris* et qui ressemble notamment au *Mar. sphenopteroides* Lesq. (sp.), sans que je puisse l'attribuer positivement à cette espèce : l'échantillon est, en effet, trop incomplet pour être susceptible d'une détermination précise. — *Nevropteris Scheuchzeri* Hoffm., représenté par de grandes pinnules détachées. — *Nevr. rarinervis* Bunb.; fragments de pennes bien caractérisés. — *Nevr. tenuifolia* Schloth. (sp.);

portions de pennes. — *Lepidodendron aculeatum* Sternb.; ramule identique à certains échantillons du bassin de Valenciennes (1). — En outre, de nombreuses graines cordiformes (*Cordaicarpus*) de 5^{mm} à 6^{mm} de hauteur sur une largeur égale, très analogues au *Cord. congruens* Gr. Eury, mais à surface striée; je serais disposé à les rapporter au *Carpolithes corculum* Sternb. (2).

» Niveau de 1900'. — *Nevropteris Scheuchzeri.* — *Nevr. rarinervis.* — *Nevr. tenuifolia.* — *Cyclopteris,* fragment. — *Calamophyllites Gœpperti* Ettingsh. (sp.); portion de tige articulée avec cicatrices foliaires bien reconnaissables. — *Lepidostrobus variabilis* Lindl. et Hutt. — *Cordaicarpus* Cf. *corculum* Sternb. (sp.).

» Niveau de 2038'. — *Nevropteris Scheuchzeri;* fragment de pinnule un peu incertain. — *Lepidodendron lycopodioides* Sternb.; fragment de rameau assez mal conservé. — *Stigmaria ficoides* Sternb. (sp.).

» Toutes ces espèces indiquent le terrain houiller, mais la plupart ne permettent pas de préciser davantage. En effet, les *Calamophyllites, Lepidodendron, Lepidostrobus, Stigmaria,* que je viens de citer, se rencontrent indifféremment à peu près dans toute l'épaisseur du Houiller moyen et dans une partie au moins du Houiller supérieur. Le *Nevropteris tenuifolia* se montre surtout commun dans le bassin de Valenciennes, dans la zone la plus élevée, celle des charbons gras et flénus du Pas-de-Calais; mais on l'observe déjà, bien qu'assez rarement, à la base de la zone moyenne du même bassin; il ne saurait donc non plus servir de base à une détermination de niveau.

» Il n'en est pas de même, heureusement, des *Nevr. rarinervis* et *Nevr. Scheuchzeri :* ceux-ci, en effet, n'ont été observés, en Amérique aussi bien qu'en Europe, que vers le haut du Houiller moyen ou à l'extrême base du Houiller supérieur. En France, ils abondent dans la zone supérieure du bassin de Valenciennes, et ils n'ont été rencontrés au-dessous que tout à fait au sommet de la zone moyenne et encore sur un ou deux points seulement (3). Dans nos couches houillères supérieures, c'est-à-dire dans les bassins du centre et du midi de la France, ils n'ont été, que je sache, observés nulle part, même aux niveaux les plus inférieurs. En Angleterre, ils se montrent communs, dans le bassin du Somerset, dans les couches de Radstock et de Farrington (4), un peu plus élevées, à ce qu'il semble, que

---

(1) *Voir* notamment la figure que j'ai donnée : *Flore foss. du bass. houiller de Valenciennes,* Pl. LXV, fig. 6.

(2) Sternberg, *Ess. Fl. monde prim.*, I, Pl. VII, fig. 6.

(3) *Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes,* p. 685, 686.

(4) Kidston, *Foss. Flora of the Radstock series* (*Trans. Roy. Soc. Edinb.*, XXXIII, p. 406, 411).

nos couches grasses et flénues du Pas-de-Calais, à en juger par la proportion sensiblement plus forte d'espèces du Houiller supérieur qu'elles renferment. De même, dans le Yorkshire (1), on ne les a observés qu'au-dessus du milieu des *Middle Coal-Measures ;* et dans le Staffordshire les niveaux où on les rencontre, dans les *Middle* et les *Upper Coal-Measures* (2), correspondent soit à notre zone supérieure du Pas-de-Calais, soit à la zone un peu plus élevée de Farrington et de Radstock.

» On peut donc conclure, de la présence de ces deux espèces dans le sondage de Douvres, que, comme le présumait M. Brady, les couches traversées par ce sondage appartiennent bien à la région supérieure du Houiller moyen, et, si l'on veut préciser davantage, qu'elles ne sauraient être ni plus récentes que les couches de Radstock dans le Somerset, ni plus anciennes que les couches les plus profondes de la zone supérieure, à charbons gras et flénus, du Pas-de-Calais. »

M. L. **Harsten**, de Leipzig, à propos d'une Communication récente de M. *L. Barthe*, relative au dosage volumétrique des alcaloïdes par les méthodes alcalimétriques, rappelle la Note publiée par M. *Plügge* en 1887, dans les *Archiv der Pharmacie*, et dont une analyse sommaire a été donnée, la même année, dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie* (5e série, t. XV, p. 571), sous le titre « Dosage des acides des sels d'alcaloïdes, la phénolphtaléine servant d'indicateur. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

---

(1) Kidston, *The Yorkshire carboniferous Flora* (*Trans. Yorksh. nat. union*, pt. 14).

(2) Kidston, *On the foss. Flora of the Staffordshire Coal-Fields* (*Trans. Roy. Soc. Edinb.*, XXXV, pt. 1, n° 6; pt. 1, n° 5).

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 octobre 1892.

Les régions invisibles du globe et des espaces célestes. Eaux souterraines, tremblements de terre, météorites, par M. A. Daubrée. Paris, Félix Alcan, 1892; 1 vol. in-8°.

Application de la méthode expérimentale au rôle possible des gaz souterrains dans l'histoire des montagnes volcaniques, par M. A. Daubrée. Paris, Chamerot et Renouard, 1892; 1 broch. in-8°.

Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris, pour les années 1892-1893. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-12.

Notions générales sur les matières colorantes organiques artificielles, par Jules Mamy. Paris, B. Tignol; 1 broch. in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1891 *pour Genève et le Grand-Saint-Bernard,* par A. Kammermann. Genève, 1892; 1 broch. in-8°.

Contribution à la question de l'azote, par A. Petermann. Seconde Note. Bruxelles, F. Hayez, 1892; 1 broch. in-8°.

Crania ethnica americana. Sammlung auserlesener amerikanischer Schädeltypen, herausgegeben von Rudolf Virchow. Berlin, Verlag von A. Asher und C°, 1892; 1 vol. in-f°.

Transactions of the clinical Society, vol. XXV. London, Longmans, Green and C°, 1892; 1 vol. in-8°.

The electric Railway in theory and practice, by Oscar T. Crosby and Louis Bell. New-York city, Johnston Company, 1892; 1 vol. in-8°.

Acta Societatis Scientiarum fennicæ, tomus XVIII. Helsingforsiæ, 1891; 1 vol. in-4°.

Smithsonian contributions to knowledge, vol. XXVIII. City of Washington, 1892; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 octobre 1892.

Théorie mathématique de la lumière. II : *Nouvelles études sur la diffraction, Théorie de la dispersion de Helmholtz.* Leçons professées pendant le premier

semestre 1891-1892, par H. Poincaré, membre de l'Institut : rédigées par MM. Lamotte et D. Hurmuzescu. Paris, G. Carré, 1892; 1 vol. in-8°.

Traité de Zoologie, par Edmond Perrier, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, fasc. II. Paris, F. Savy, 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Blanchard.)

Les Types anthropologiques des Grands-Russes des gouvernements du centre de la Russie, par M. Zograf, professeur à l'Université de Moscou. 1 broch. in-8°.

The anatomy and development of the lateral line system in Arnia calva, by Edward Pheleps Allis, Ir. Boston, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Acari, miriapodi et scorpiones hucusque in Italia reperta. Acari, miriapodi e scorpioni italiani. A. Berlese, Padova, 1892; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Jahrbücher der K. K. central Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Jahrgang 1889. Neue Folge XXVI. Band; der ganzen Reihe XXXIV. Band. Wien 1890; 1 vol. in-4°.